

**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
Carrera de Ingeniería Agronómica**

**FORMACIÓN DE UNA VARIEDAD EXPERIMENTAL DE MAÍZ AMARILLO
SUAVE (*Zea mays* L.) TIPO “MISHCA” A PARTIR DE MEDIOS HERMANOS
Y HERMANOS COMPLETOS. TUMBACO, PICHINCHA.**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

CRISTHIAN GEOVANNY CHAQUI CUENCA

QUITO – ECUADOR

2013

DEDICATORIA

*A mis padres don Wilson Chaqui y doña María Cuenca,
por el enorme e inigualable sacrificio, cariño,
confianza y por las palabras de aliento
que me dieron siempre para poder realizar
y alcanzar una de mis metas planteadas;*

*A mis hermanos Carolina y Luigi, por brindarme su amistad
y apoyo; y por estar siempre juntos en los
momentos más importantes de cada una de nuestras vidas;*

*A mi sobrina Paula, por su cariño y
perspicaz alegría que me regala todos los días.*

AGRADECIMIENTO

A Dios y a mi familia por su apoyo incondicional en esta etapa de la vida.

A la Universidad Central del Ecuador y a la Facultad de Ciencias Agrícolas por albergarme en sus aulas durante este tiempo y por llenar mi cabeza de enormes conocimientos.

Al Ing. Héctor Andrade por brindarme su confianza y gran apoyo en la terminación de mi tesis.

Al Ing. Mario Lalama, por enseñarnos no solo los conocimientos teóricos de su materia, sino también las pautas para ser buenos ciudadanos y mejores profesionales.

Al Ing. Juan León por compartir sus conocimientos en esta investigación.

Al Ing. Carlos Alberto Ortega por impartir sus conocimientos, por regalarnos su amistad, y por enseñarnos que debemos no solo ser, sino también parecer buenos profesionales

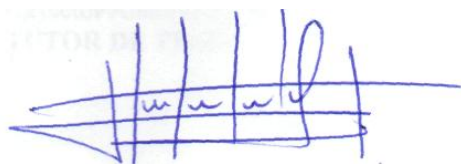
A mis amigos que han estado presentes en todo momento, dentro y fuera de la U; y que me regalaron su amistad desinteresadamente. A ellos: Franco, Bruna, Silvana, Ítalo, Marco, Javier, Gloria, Cristian M, Christian T, Marcelo, Lore, Nelly, Maggis, Pablo, Edith, Andrés M, Diana C, Freddy; y en especial a Margarita por su gran apoyo en la realización de este trabajo.

AUTORIZACIÓN DE LA AUTORÍA INTELECTUAL

Yo, Cristhian Geovanny Chaqui Cuenca. En calidad de autor del trabajo de investigación o tesis realizada sobre **“FORMACIÓN DE UNA VARIEDAD EXPERIMENTAL DE MAÍZ AMARILLO SUAVE (*Zea mays* L.) TIPO “MISHCA” A PARTIR DE MEDIOS HERMANOS Y HERMANOS COMPLETOS. TUMBACO, PICHINCHA.”** (**“FORMATION OF AN EXPERIMENTAL VARIETY OF SOFT YELLOW CORN (*Zea mays* L.) TYPE “MISHCA” TO LEAVE OF HALF SIB AND FULL SIB. TUMBACO, PICHINCHA”**), por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o de parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y además pertinentes de la ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Quito, a 19 de febrero de 2013



FIRMA

Cristhian Chaqui Cuenca

C.C.: 1720171733

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de graduación cuyo título es: “FORMACIÓN DE UNA VARIEDAD EXPERIMENTAL DE MAÍZ AMARILLO SUAVE (*Zea mays* L.) TIPO MISHCA A PARTIR DE MEDIOS HERMANOS Y HERMANOS COMPLETOS. TUMBACO, PICHINCHA.” Presentado por el señor **CRISTHIAN GEOVANNY CHAQUI CUENCA**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, considero que el proyecto reúne los requisitos necesarios.

Tumbaco, 19 de febrero de 2013



Ing. Agr. Héctor Andrade B., M.Sc.
TUTOR

Tumbaco, 19 de febrero de 2013

Ingeniero
Juan León Fuentes
DIRECTOR DE CARRERA DE
INGENIERÍA AGRONÓMICA
Presente

Señor Director:

Luego de las revisiones técnicas realizadas por mi persona del trabajo de graduación “FORMACIÓN DE UNA VARIEDAD EXPERIMENTAL DE MAÍZ AMARILLO SUAVE (*Zea mays* L.) TIPO “MISHCA” A PARTIR DE MEDIOS HERMANOS Y HERMANOS COMPLETOS. TUMBACO, PICHINCHA.” Llevado a cabo por parte del señor egresado **CRISTHIAN GEOVANNY CHAQUI CUENCA** de la Carrera de Ingeniería Agronómica, ha concluido de manera exitosa, consecuentemente el indicado estudiante podrá continuar con los trámites de graduación correspondientes de acuerdo a lo que estipula las normativas y disposiciones legales.

Por la atención que se digne dar a la presente, reitero mi agradecimiento.

Atentamente,



Ing. Agr. Héctor Andrade B., M.Sc.
TUTOR

**FORMACIÓN DE UNA VARIEDAD EXPERIMENTAL DE MAÍZ AMARILLO
SUAVE (*Zea mays* L.) TIPO “MISHCA” A PARTIR DE MEDIOS HERMANOS Y
HERMANOS COMPLETOS. TUMBACO, PICHINCHA.**

APROBADO:

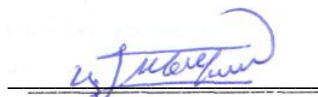
Ing. Agr. Héctor Andrade B., M.Sc.
TUTOR DE TESIS



Ing. Agr. Mario Lalama H., M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Agr. Juan León F., M.Sc.
PRIMER VOCAL



Ing. Agr. Carlos Ortega O., M.Sc.
SEGUNDO VOCAL



2013

CONTENIDO

CAPÍTULO	PÁGINAS
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general.....	3
1.2. Objetivo específico.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Distribución geográfica del maíz.....	4
2.2. Usos.....	4
2.3. Composición química.....	5
2.4. Mejoramiento genético del maíz.....	5
2.5. Formación de variedades experimentales de maíz.....	7
2.6. Maíz amarillo harinoso “Mishca”.....	13
2.7. Variedades de polinización libre (VPL).....	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1. Ubicación del ensayo.....	18
3.2. Materiales.....	19
3.3. Factores en estudio.....	19
3.4. Análisis estadístico.....	20
3.5. Correlación.....	21
3.6. Variables y métodos de evaluación.....	21
3.7. Métodos de manejo del experimento.....	24
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
5. CONCLUSIONES.....	46
6. RECOMENDACIONES.....	47
7. RESUMEN.....	48
SUMMARY.....	53
8. BIBLIOGRAFÍA.....	58
9. ANEXOS.....	64

LISTA DE ANEXOS

ANEXO	PÁG.
1. Disposición del ensayo en el campo.....	64
2. Escala de calificación para enfermedades foliares.....	65
3. Escala de calificación para cobertura de mazorca.....	66
4. Escala de calificación para la evaluación de daños en la mazorca ocasionada por hongos.....	67
5. Correlación para diez variables cuantitativas de maíz para la formación de dos poblaciones de medios hermanos y hermanos completos. Tumbaco, Pichincha. 2013.....	68
6. Raza “Mishca” (Timothy <i>et al.</i> , 1963).....	69
7. Fotografías de las accesiones en estudio.....	70

LISTA DE CUADROS

CUADROS	PÁG.
1. Composición química del maíz amarillo tipo “Mishca”	5
2. Técnicas de campo para la selección familiar de medios hermanos.	10
3. Técnicas de campo para la selección familiar de hermanos completos.	12
4. Características agromorfológicas de la variedad amarillo harinoso INIAP-124 “Mishca Mejorado”.	14
5. Caracterización que definen una variedad de maíz.	16
6. Accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	19
7. Esquema del análisis de la varianza en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	20
8. Análisis de la Varianza de siete variables, en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	28
9. Promedios y pruebas de significación Tukey al 5 % de siete variables, en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	29
10. Análisis de la Varianza de cuatro variables, en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	36
11. Promedios y pruebas de significación Tukey al 5 % de cuatro variables, en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	37
12. Frecuencias y porcentajes de las enfermedades “Mancha norteña” y “Mancha de asfalto” en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	39

CUADROS	PÁG.
13. Frecuencias y porcentajes de cobertura de la mazorca en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	40
14. Frecuencias y porcentajes de daños en la mazorca en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	41
15. Frecuencias y porcentajes para el color del grano en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	41
16. Variables evaluadas de nueve accesiones de maíz suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” en la formación de la población de Medios Hermanos. Tumbaco, Pichincha. 2013.	42
17. Variables de treinta y siete cruzamientos de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” en la formación de la población de Hermanos Completos. Tumbaco, Pichincha. 2013.	44

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO	PÁG.
1. Esquema para la formación de una nueva variedad de maíz.	9
2. Días a la floración masculina en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	27
3. Días a la floración femenina en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	27
4. Altura de planta en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	30
5. Altura de inserción de la mazorca en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	31
6. Longitud de la hoja en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	32
7. Ancho de la hoja en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	33
8. Área foliar en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	33
9. Índice de prolificidad en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	35
10. Longitud de la mazorca en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	35
11. Número de hileras por mazorca en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	38
12. Porcentaje de desgrane en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (<i>Zea mays</i> L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.	38

FORMACIÓN DE UNA VARIEDAD EXPERIMENTAL DE MAÍZ AMARILLO SUAVE (*Zea mays* L.) TIPO “MISHCA” A PARTIR DE MEDIOS HERMANOS Y HERMANOS COMPLETOS. TUMBACO, PICHINCHA.

FORMATION OF AN EXPERIMENTAL VARIETY OF SOFT YELLOW CORN (*Zea mays* L.) TYPE “MISHCA” FROM HALF SIB AND FULL SIB. TUMBACO, PICHINCHA.

RESUMEN

En el Campo Docente Experimental La Tola (CADET) de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, Tumbaco, Pichincha a 2465 msnm, para continuar con los objetivos del proyecto de Mejoramiento de Maíz de la cátedra de Genotecnia Vegetal se evaluaron nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de dos poblaciones: medios hermanos y hermanos completos. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con muestra. La unidad experimental fue una planta con competencia total. Las variables analizadas fueron: Días a la floración masculina y femenina, altura de planta y de inserción de mazorca, largo y ancho de hoja, área foliar, índice de prolificidad, longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, porcentaje de desgrane, enfermedades foliares, cobertura de mazorca, daños en la mazorca y color de grano. Los principales resultados establecieron que: el menor número de días a la floración femenina fue para la accesión Ac 2 (Puka rayado 155) con un promedio de 103.00 días; la menor altura de planta y de inserción de mazorca fue para la accesión Ac 6 (Irutucu 156) con promedios de 210.38 cm y 111.00 cm, respectivamente. Para longitud de mazorca, la accesión Ac 2 (Puka rayado 155) presentó el mayor promedio con 13.59 cm; mientras que el mayor porcentaje de desgrane fue para la accesión Ac 3 (Chillos amarillo 005) con un promedio de 69.79 %. En enfermedades foliares existió mayor severidad de mancha norteña (*Exserohilum turcicum*). El color de grano predominante fue el amarillo, aunque existieron diferentes colores dentro de una misma accesión debido a la heterogeneidad del germoplasma. Para la obtención de las poblaciones se formó un compuesto balanceado tomando veinte semillas por accesión y por cruza; además se realizaron correlaciones para determinar si los materiales evaluados estaban relacionados entre sí.

Descriptores: FITOMEJORAMIENTO, SELECCIÓN, GERMOPLASMA, GENOTIPO, ACCESIÓN

SUMMARY

At “Campo Docente Experimental La Tola” (CADET), of the Faculty of Agricultural Sciences of the Central University of Ecuador, Tumbaco, Pichincha at 2465 m.a.s.l., to continue with the objectives of the Corn Breeding Project of the Plant Breeding class nine accessions of soft yellow corn (*Zea mays* L.) type “Mishca” were evaluated for the formation of two populations: half sib and full sib. A Completely Randomized Design with samples was used. The experimental unit was a plant with total competence. The analyzed variables were: Days to male and female flowering, plant height and ear insertion height, length and width of the leaf, leaf area, prolificity index, ear length, number of rows by ear, threshes percentage, foliar diseases, ear coverage, ear damage and grain color. The main results established: the lower number of days to female flowering was for the accession Ac 2 (Puka rayado 155) with an average of 103.00 days, the lowest height of plant and insertion of ear was for the accession Ac 6 (Irutucu 156) with averages of 210.38 cm and 111.00 cm, respectively. For length of ear, accession Ac 2 (Puka rayado 155) presented the highest average with 13.59 cm; while the highest threshes percentage was for the accession Ac 3 (Chillos amarillo 005) with an average of 69.79 %. Regarding leaf diseases, high severity of Northern Stain (*Exserohilum turcicum*) was observed. The yellow grain was predominant, although there were different colors within the same accession due to the germplasm heterogeneity. To obtain the populations a balanced compound was formed taking twenty seeds by accession and by cross; besides, correlations were performed to determine if the materials evaluated were related.

Keywords: PLANT BREEDING, SELECTION, GERMPLASM, GENOTYPE, ACCESSION

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) ha venido formando parte de la producción agrícola del país. La distribución y forma de consumo está bien identificada; así en las tierras bajas se siembra maíz amarillo cristalino, y su consumo es para la industria de balanceados, especialmente avícola; mientras que, en las zonas altas se produce y se consume exclusivamente granos de textura harinosa y suave. Al maíz se lo puede utilizar ya sea en tierno o en seco y es un ingrediente fundamental dentro de la dieta de los ecuatorianos, (Norroña, 2008).

En la provincia de Pichincha el maíz suave constituye la base de la dieta de su población rural de los valles. Con base en la superficie cosechada, que alcanza las 7 583 ha, tanto en seco como en choclo, se tiene producciones de 1 437 t de maíz seco y 6 216 t en choclo, con un rendimiento promedio de 0.46 t ha⁻¹ para maíz suave seco y 1.41 t ha⁻¹ para maíz suave en choclo, (INEC, 2011).

La Facultad de Ciencias Agrícolas, especialmente la Cátedra de Genotecnia Vegetal ha venido trabajando en el Proyecto de Mejoramiento de Maíz tipo “Mishca”, en donde la presente investigación forma parte de los objetivos propuestos en este proyecto. Las actividades que se han realizado hasta el momento han sido: la recolección de germoplasma de las zonas de producción de este tipo de maíz, conformándose la Colección de Maíz de la Universidad Central; evaluación y selección de las accesiones de la colección; formación de dos poblaciones de maíz: medios hermanos (MH) y hermanos completos (HC) a partir de las mejores accesiones de la selección anterior. En futuras investigaciones se seleccionarán las mejores familias de estas dos poblaciones, que tengan altos rendimientos y buenas características; mismas que serán evaluadas en varias localidades.

El maíz suave amarillo, es el más importante de los maíces en la alimentación humana; es de grano grande, harinoso y además produce granos blandos que se pueden cocinar tiernos (choclo), semi tiernos (cau), en mote con grano semi tierno (mote choclo), en mote (grano seco), en mote molido, germinados y luego molidos (chicha de jora), secos y tostados, secos y molidos en harina, (Carrera, 2009).

Dentro de las variedades de maíces amarillos suaves Carrera, (2009) hace categoría aparte en la clasificación campesina del “Mishca”, que es una variedad de maduración más rápida y de grano más suave y dulzón, que son características requeridas por el mercado. Sin embargo, las zonas de producción de este tipo de maíz, en la provincia de Pichincha están desapareciendo, debido a dos razones: el incremento del ataque de plagas durante el desarrollo y maduración del cultivo (*Heliothis zea* y *Euxesta eluta*) y segundo, por la acelerada urbanización del sector, debido a la construcción del nuevo aeropuerto de Quito, sustituyendo las parcelas de los agricultores por zonas urbanizadas, (Andrade, 2012).

La utilización de semillas de variedades nativas está aún presente en las zonas de producción de maíz a pequeña escala. Las razones por las cuales mantienen esta práctica y no han cambiado por materiales mejorados, son porque se requiere de mayor inversión y por la falta de conocimientos para producir este tipo de semilla; además, la mayoría de agricultores manejan un presupuesto bajo y su producción es solamente para autoconsumo. No obstante, el uso de variedades nativas permite

aprovechar el potencial genético que mantienen los agricultores “*in situ*”, y que, si bien presentan bajos rendimientos, poseen otras características como la calidad del grano, que en época pasadas era más apetecible para los agricultores y consumidores, (Acosta *et al.*, 2003).

Para rescatar estos materiales de importancia tanto para el agricultor como para el fitomejorador, se han realizado diferentes trabajos, recolectando y evaluando diversos materiales genéticos proveniente de pequeños y medianos agricultores, con el propósito de ampliar las bases genéticas de las poblaciones, mediante la introducción de genes de interés para los agricultores, incluyendo aquellos que facilitan el manejo del cultivo como reducción de la altura de planta y su primera mazorca, resistencia al acame, mayor precocidad a la madurez y mayor potencial del rendimiento incrementando el número de hileras por mazorca, mazorcas de mayor tamaño y/o mayor número de mazorcas por planta y la resistencia a pudriciones y a plagas de almacenamiento, (Poehlman, 1986; Rosas *et al.*, 2006; Hallauer y Carena citados por Turrent *et al.*, 2011).

Dentro del proceso de selección existen diferentes métodos que pueden ser aplicados al maíz. El mejoramiento poblacional consiste en formar nuevas poblaciones, en donde se consigue incrementar las variables de interés para el fitomejorador como el rendimiento, después de cada ciclo de selección; este incremento se debe a que los individuos seleccionados poseen genes superiores, que al recombinarse al azar producen nuevos genotipos de mayor producción. Por lo tanto, se espera que la población mejorada sea en promedio más productiva que la anterior. El incremento que se logre en cada ciclo estará, en buena parte, en función de la variabilidad genética de la población bajo mejoramiento, (Chávez, 1995).

La selección de las mejores líneas de maíz depende de las mejores características que éstas posean. Desde el punto de vista del mejoramiento genético, la selección se basa en escoger los individuos que presentan las características deseadas por el fitomejorador, a partir de las diferencias heredables o a través de la variabilidad creada deliberadamente sobre la ya existente. La selección es el proceso por el cual aparentemente, genes no deseados o combinaciones de genes, son eliminados de una población -selección de mejores individuos de la población-. Seguidamente, se utiliza a los individuos seleccionados como progenitores de la siguiente generación, (Andrade, 2012).

Para formar las dos poblaciones de maíz, en la presente investigación se utilizaron dos métodos de selección familiar intrapoblacionales: selección de medios hermanos (SMH) y selección de hermanos completos (SHC). Al respecto, Reyes (1985), manifiesta que la efectividad de estos métodos está determinada por la eficiencia de cada uno de ellos, y varía de acuerdo a las facilidades disponibles, el material empleado y el progreso a corto o largo plazo. Hallauer y Miranda (1988) determinan una ganancia del 13.6 % para rendimiento en maíz dentado mediante la SMH; Romero citado por García *et al.*, (2002) determina una ganancia en el rendimiento de hasta un 10.3 % por cada ciclo en maíz duro por SMH. Jinayon y Moore citados por Bejarano *et al.* (1992) obtuvieron ganancias de 7.9% en rendimiento por ciclo, después de cuatro ciclos de SHC en el compuesto “Cupurico x Flint” de maíz tipo dulce. Por otro lado, García *et al.*, (1999) citan a Pandey *et al.*, en trabajos donde obtuvieron tasas promedios de ganancias de 2.2 % luego de cuatro ciclos de selección en ocho poblaciones a través de SHC.

Con esta perspectiva, en la presente investigación se evaluaron nueve accesiones de maíz tipo “Mishca” de la Colección de Maíz de la Universidad Central (CMUCE), para continuar con el Proyecto de Mejoramiento de Maíz de la Cátedra de Genotecnia Vegetal, obteniéndose así dos poblaciones de maíz: medios hermanos (MH) y hermanos completos (HC), para la posterior formación de una variedad de polinización libre que pueda ser entregada a los agricultores de las zonas orientales de los valles subtropicales de la provincia de Pichincha.

De allí en la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

Obtener una nueva variedad de maíz amarillo suave tipo “Mishca” a partir de dos poblaciones de medios hermanos y hermanos completos, con buen rendimiento y calidad para los agricultores y consumidores de los valles orientales subtropicales de Pichincha.

1.2 Objetivo específico

Identificar dos poblaciones de maíz amarillo suave tipo “Mishca”, a partir de medios hermanos y hermanos completos que presenten características de alto rendimiento y calidad.

2. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1 Distribución geográfica del maíz en el Ecuador

El cultivo de maíz se encuentra distribuido en todo el país. En la Sierra se reconocen tres grandes zonas, de acuerdo con los tipos de grano que se cultivan en cada una de ellas; estas zonas son: Norte, que comprende las áreas maiceras de Carchi, Imbabura, Pichincha y Cotopaxi, donde predomina el cultivo de maíces amarillos harinosos: Chaucho, Huandango, Mishca y Chillos; Central, conformada por las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Bolívar, donde se cultivan variedades de grano blanco harinoso pertenecientes a las razas Blanco Blandito y Cuzco Ecuatoriano, principalmente; y la Zona Sur que integra las provincias de Azuay, Cañar y Loja, cultivándose la variedad Zhima. En todas las zonas se cultiva además morocho blanco, (Yáñez, 2003). Es importante señalar que estos materiales sembrados a lo largo de la Sierra ecuatoriana pertenecen a una gran diversidad genética nativa de maíz (diecisiete razas de maíz criollas). Mención particular hay que hacer a Loja en cuyos valles tropicales de los cantones Pindal, Célica y Zapotillo se cultiva el maíz amarillo duro en una superficie de alrededor de 20 000 ha. En la Costa ecuatoriana se cultivan preferentemente maíces de grano amarillo duro o blancos duros, que pasan por un proceso de transformación para ser consumidos, (Sevilla, 1995).

En el litoral se siembra maíz hasta los 1 200 msnm; en cambio, en la Sierra la siembra se realiza en valles y laderas con alturas de entre 1 800 a 2 900 msnm, (Bravo, 2003).

2.2 Usos

Carrera (2009), manifiesta que el maíz suave llamado también harinoso es el más importante de los maíces en la alimentación humana; sus granos blandos y grandes se pueden cocinar tiernos (choclo, choclo tanda), semi tiernos (cau: humitas), en mote con grano semi tierno (mote choclo, champús), en mote (grano seco), en mote molido, germinados y luego molidos (chicha de jora elaborada a base de siete clase de granos de maíz) secos y tostados (de sal y de dulce), secos y molidos en harina. Estrella (1998), señala otros usos, por ejemplo el consumo como canguil, coladas, colorantes naturales y otras formas de conservación como la “chuchuca”.

Además, se utiliza en la alimentación animal como forraje (consumo directo de la caña o ensilaje) para ganado ovino, bovino y equino, (Noroña, 2008). Los granos amarillos duros sirven para la preparación de alimentos, principalmente en la industria avícola, también en la elaboración de concentrados para la crianza de cerdos y especies menores, (Sevilla, 1995).

Cada día se descubren nuevos usos industriales para el maíz. Se ha empezado a utilizar papeles elaborados con base en maíz, plásticos biodegradables a partir de almidón de maíz, y una fuerte tendencia para la elaboración de biocombustibles (etanol). Se asegura que hay más de cuatro mil usos diferentes para los productos que se extraen del maíz, (ILSI, 2006).

2.3 Composición química

La composición química del maíz varía según el tipo de grano, ya sea de tipo suave (harinoso) o duro. A continuación se presenta los valores del maíz amarillo harinoso tipo “Mishca”:

Cuadro 1. Composición química del maíz amarillo tipo “Mishca”

Por 100 gramos:	MAÍZ AMARILLO “MISHCA”	
	Fresco	Seco
Nutrientes	Cantidad	Cantidad
Energía (kcal)	287.00	333.00
Proteína (g)	5.50	6.80
Grasa total (g)	4.20	4.10
Glúcidos (g)	58.70	69.40
Fibra (g)	1.30	1.50
Calcio (mg)	2.00	4.00
Hierro (mg)	1.80	2.40
Vitamina A (mg)	23.33	23.33

Fuente: FUI (2012)

2.4 Mejoramiento genético del maíz

Para el desarrollo de nuevos cultivares, se han realizado numerosos programas de mejoramiento genético, la mayoría de estos materiales han sido derivados exclusivamente de material local, con características agronómicas, fisiológicas y morfológicas superiores a los materiales originales; así como, para que se ajusten a las necesidades y sistemas de producción de los agricultores y que mantengan la calidad de grano requerida por los mismos y por consumidores de las diferentes regiones. El objetivo principal de todo trabajo de mejoramiento, consiste en ampliar las bases genéticas de las poblaciones, mediante la introducción de genes de interés para los agricultores, incluyendo aquellos que facilitan el manejo del cultivo, como reducción de la altura de planta y de su primera mazorca, resistencia al acame, mayor precocidad a la madurez y mayor potencial del rendimiento incrementando el número de hileras por mazorcas, mazorcas de mayor tamaño y/o mayor número de mazorca por planta. Dentro del proceso de selección se eliminan los materiales susceptibles a enfermedades foliares y de la mazorca (mediante retrocruzas para eliminar o incorporar alelos); así como, el cambio en la estructura química del grano para mejorar su calidad, (Poehlman, 1986; Rosas *et al.*, 2006; Hallauer y Carena citados por Turrent *et al.*, 2011).

La principal tarea del fitomejorador, ha sido aumentar la frecuencia de alelos favorables al rendimiento y a la adaptación de un fenotipo superior a su agroecosistema. Típicamente, esos alelos favorables se encuentran dispersos en diferentes razas y poblaciones de maíz, ligados con alelos de otros genes, que controlan caracteres cuantitativos no deseados y que frecuentemente se heredan juntos. El proceso de reunir los alelos favorables en un genotipo mediante cruzamiento sexual y lograr un fenotipo superior para un agroecosistema, es por necesidad gradual y a largo plazo, (Swanson Wagner *et al.*, 2006; Turrent *et al.*, 2011).

Además, el fitomejorador debe recopilar información sobre el desempeño de los nuevos materiales en diferentes localidades, con el objetivo de revisar el comportamiento de los nuevos materiales, y así seleccionar los más promisorios, (Medina y Segovia, 1995).

Chávez (1995), expresa que el mejoramiento poblacional consiste en formar nuevas poblaciones, en donde se incrementa el rendimiento, después de cada ciclo de selección. Este incremento se debe a que los individuos seleccionados poseen genes superiores, que al recombinarse al azar producen nuevos genotipos de mayor producción. Por lo tanto, se espera que la población mejorada sea en promedio más productiva que la anterior. El incremento que se logre en cada ciclo, estará en función de la variabilidad genética de la población bajo mejoramiento. De acuerdo al INIAP (2005), para la mayoría de los métodos de mejoramiento poblacional, una población debe estar formada por un amplio número de genotipos que pueden ser homocigotes o heterocigotes, factores que provocan la variabilidad en las poblaciones.

Las poblaciones heterogéneas se pueden obtener en forma natural o artificial; en forma natural se obtienen al mantener la segregación de todos los individuos heterocigóticos de la población y, en forma artificial se logra al hacer una mezcla mecánica de semillas de individuos homocigotes o heterocigotes, (Chávez, 1995).

Desde el punto de vista del mejoramiento genético, la selección de las mejores líneas de maíz se basa en escoger los individuos que presentan las características deseadas por el fitomejorador, a partir de las diferencias heredables o a través de la variabilidad creada deliberadamente sobre la ya existente. La selección es el proceso por el cual aparentemente genes no deseados o combinaciones de genes, son eliminados de una población -Selección de mejores individuos de la población-. Seguidamente, la utilización de los individuos seleccionados como progenitores de la siguiente generación, (Andrade, 2012).

Andrade (2012), manifiesta que la selección para rendimiento no se termina en un solo ciclo, ya que prácticamente es imposible agotar la variación genética aditiva y obtener una variedad mejorada en un solo ciclo de selección. El mejoramiento contempla el inicio de un nuevo ciclo de selección en la población, proveniente del apareamiento de los individuos seleccionados y la realización de varios ciclos adicionales, hasta el agotamiento de la varianza genética aditiva o hasta que se determinen otras circunstancias. Chávez (1995) y Turrent *et al.* (2011) señalan que en el caso del maíz los métodos de mejoramiento dependen de los objetivos del mejorador, de la demanda de semilla, del nivel de desarrollo de la agricultura de un país y de la disponibilidad de germoplasma útil.

Paliwal (2001), manifiesta que los métodos de mejoramiento de las especies comprenden dos grandes grupos:

- Métodos con escasa o nula endogamia, que son utilizados principalmente para desarrollar variedades de polinización libre, con amplia variación genética y gran adaptación geográfica.
- Métodos con alto grado de endogamia, mediante los cuales se desarrollan híbridos, con menor variabilidad genética y reducida área geográfica de adaptación.

Chávez (1995), indica que el maíz al ser una planta alógama es muy heterocigótica, debido a la forma de polinización. En consecuencia, rara vez se utilizan de manera individual para constituir una nueva variedad, ya que la segregación y la polinización cruzada dificultan la conservación del progenitor. Por esta razón, los métodos de selección de esta especie difieren de los empleados en plantas autóгамas.

Debido a esta característica de heterocigosis del maíz, se han utilizado varios métodos de mejoramiento, a los que Andrade (2010), agrupan en diez categorías principales:

- Selección visual
- Selección masal estratificada
- Selección combinada familiar e individual.
- Selección mazorca por surco modificado
- Selección masal convergente- divergente
- Selección entre familias de medios hermanos
- Selección entre familias de hermanos completos
- Selección de familias de autohermanos
- Selección entre líneas S1
- Selección recurrente interpoblacional

La Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador desde el año 2009, ha recolectado material genético de maíz procedente de las zonas de los valles subtropicales de Quito, con el fin de evaluar el comportamiento agronómico y de calidad de las accesiones, para la obtención de líneas promisorias a evaluarse en los siguientes ciclos de producción; en donde, el objetivo final es la formación de una variedad experimental, mediante los métodos de selección familiar de medios hermanos y hermanos completos.

2.5 Formación de variedades experimentales de maíz

Pandey y Hallauer citados por INIAP (1998b), manifiestan que en el mejoramiento genético, el conocimiento de la constitución genética del germoplasma o de las poblaciones, es muy importante para elegir el método de selección más adecuado y obtener avances significativos en los caracteres de selección, para la obtención de nuevas variedades vegetales.

Según Hallauer citado por Turrent *et al.* (2011), el procedimiento del fitomejorador para conseguir nuevas variedades consiste en: 1) comenzar con la integración de una población mixta que en conjunto contenga los alelos deseados; 2) realizar un proceso de selección de caracteres múltiples de individuos sobresalientes; 3) desarrollar a partir de individuos sobresalientes una población superior; y 4) entrecruzar los individuos superiores para mejorar a su vez a la población original y repetir el proceso (selección cíclica). A lo largo de este proceso, se obtiene gradualmente fenotipos progresivamente mejores, que siempre serán superiores al concurrir más alelos favorables.

Cuando se ha producido una línea de comportamiento sobresaliente, se puede proceder a multiplicarla, a darle nombre y a distribuirla como nueva variedad. En las primeras fases de selección se dispone solamente de una pequeña cantidad de semilla, misma que debe multiplicarse

por generaciones sucesivas, hasta que se disponga de una cantidad adecuada para que pueda ser distribuida a los agricultores, (Poehlman, 1986).

Una variedad mejorada se define como el conjunto de plantas con cierto nivel de uniformidad, producto de la aplicación de alguna técnica de mejoramiento genético, con características bien definidas y que reúne la condición de ser diferente a otros, y estable en sus características esenciales; generalmente tiene mayor rendimiento que las variedades que le antecedieron, así como condiciones favorables de calidad, precocidad, resistencia a plagas y enfermedades, y un potencial de uso para las regiones para las que se recomienda. Todas estas características la hacen deseable, (Espinosa *et al.*, 2009)

La Facultad de Ciencias Agrícolas dentro del Proyecto de Mejoramiento del Maíz en la Cátedra de Genotecnia Vegetal inició con el proceso de mejoramiento (Gráfico 1) para la formación de una nueva variedad de maíz tipo “Mishca”, a partir accesiones de maíz de la Colección de Maíz de la Universidad Central (CMUCE). Las actividades que se han determinado (Andrade¹ y Silva²) dentro del programa son:

- Exploración y recolección de germoplasma de la variedad de maíz “Mishca” en la zona de los valles subtropicales orientales de la Provincia de Pichincha.
- Evaluación y selección agronómica preliminar de las accesiones de maíz “Mishca”, tomando en cuenta aspectos como: ausencia de insectos y patógenos plaga, y rendimiento de grano con la finalidad de obtener las primeras líneas a evaluarse en el siguiente ciclo de producción.
- Siembra de las mejores accesiones seleccionadas, evaluación de las mismas y cruzamientos entre familias en el próximo ciclo.
- Formación de dos poblaciones de maíces: Hermanos Completos y Medios Hermanos.
- Evaluación y selección de las mejores familias de las dos poblaciones. Siembra en sistema de medios hermanos, todas las familias (medios hermanos y hermanos completos) como hembras y una mezcla de la misma cantidad de semilla de todas las familias como machos. Siembra y recombinación de las mismas en el siguiente ciclo.
- Siembra de las familias para evaluación en varias localidades y con dos repeticiones, utilizando un látice o alfalátice para el análisis de las familias.
- Obtención de familias con altos rendimientos y buenas características seleccionadas en diferentes localidades, que constituirán el inicio del siguiente ciclo de selección. El objetivo del Proyecto es la formación de una variedad experimental de maíz amarillo suave tipo “Mishca” para los valles orientales subtropicales de Pichincha.

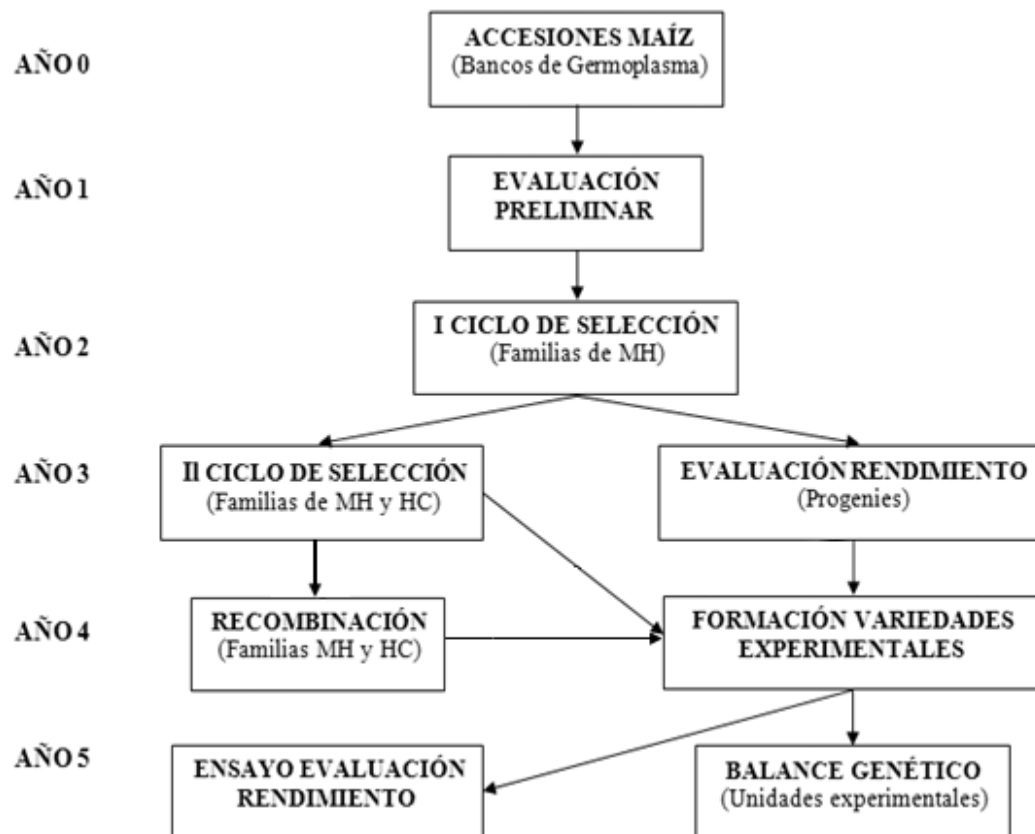
Poehlman (1986), señala que el fitomejorador, una vez obtenido la semilla mejorada, debe realizar pruebas preliminares de rendimiento y localidades para comprobación de resistencia a

¹ Andrade, H. 2012. Proyecto “Mishca” Tumbaco, EC, Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas, (comunicación personal).

² Silva C, E. 2012. Formación de poblaciones maíz “Mishca”. Guayaquil, EC. Centro de Investigación de la caña (CINCAE) (correo electrónico)

enfermedades, luego a ensayos de rendimiento con repeticiones y finalmente a lotes de ensayos más avanzados. Cuando una línea se ha sometido durante varios años a suficientes pruebas de campo, se dispone ya de suficiente información sobre dicha línea para poder fundamentar una decisión respecto a su denominación y distribución. La selección de genotipos para rendimiento en condiciones ambientales favorables o desfavorables, es un procedimiento necesario para determinar el mejor ambiente donde un carácter deseable pueda expresarse, y el resultado se manifieste en mayor ganancia genética por efecto de la selección.

Poehlman (1986), manifiesta que inevitablemente se produce una cierta cantidad de mezcla o de cruzamiento natural cuando se cultivan en surcos adyacentes numerosas líneas en los campos de trabajo, donde será necesario purificar la variedad antes de efectuar su multiplicación definitiva. Además, la claridad y precisión con que pueda evaluarse una línea serán reforzadas si sus observaciones visuales se complementan con una información exacta, sobre el comportamiento de la línea obtenida mediante varias técnicas de prueba.



Fuente: Compton y Comstock citados por Medina y Segovia (1995); modificado por autor

Gráfico 1. Esquema para la formación de una nueva variedad de maíz.

2.5.1 Selección familiar

La selección familiar consiste en elegir “familias enteras”, debiendo hacerse las mezclas, siempre equilibradas, para evitar la reducción en el número efectivo de individuos, mediante pruebas de descendencia, (Cubero, 2003).

Esta selección depende mucho del tipo de polinización. En las polinizaciones cruzadas, las plantas individuales son más o menos heterocigóticas y la progenie segregará para las características heterocigóticas. En el caso de semillas autofecundadas, la autofecundación tiende a fijar caracteres en forma pura, ya que esta forma de fecundación conduce a la homocigosis. Estas plantas tienden a reducir el vigor en las especies con polinización cruzada, (Poehlman, 1986).

2.5.1.1 Selección familiar de medios hermanos (SFMH)

La selección familiar de medios hermanos (SFMH) en plantas alógamas se obtienen fácilmente de una parcela bajo polinización libre, por lo que la semilla producida por una planta dará lugar a una FMH maternos, ya que tiene en común al progenitor femenino. En el caso del maíz, cada mazorca de polinización libre da lugar a una familia de este tipo, (Márquez, 1985).

Este método involucra el uso de un padre “probador”, que es común a todos los individuos seleccionados. Las progenies de medios hermanos son evaluadas en ensayos con repeticiones para determinar los genotipos superiores. El “probador” puede ser la misma población con la cual se está trabajando, u otra población una línea o variedad de polinización abierta, (IICA, 1991).

Las semillas recogidas en las plantas seleccionadas constituyen familias de medios hermanos (FMH). La selección consistirá en elegir las mejores familias, cuyas semillas mezcladas equilibradamente, constituirán la generación siguiente, (Cubero, 2003).

Márquez (1985), señala una metodología para la selección de progenies de medios hermanos y después la selección de las mejores plantas, dentro de las progenies seleccionadas que formarán parte de los ciclos de selección, (Cuadro 2).

Cuadro 2. Técnicas de campo para la selección familiar de medios hermanos.

Selección de familias de MH
1er año. Obtención de familias
1. Comenzar con una muestra de 200 mazorcas de polinización libre de la variedad original que dará lugar a 200 familias de MH.
2do año. Prueba y selección de familias
2. Establecer experimentos con las 200 familias (familia por surco de 20 plantas) en 3-4 localidades con dos repeticiones. Seleccionar las 20 mejores familias (p=10 %) con base en su promedio en las localidades.
3er año. Recombinación genética
3. Hacer un compuesto balanceado con semilla remanente de las 20 familias seleccionadas. 20 familias/20 semillas/familia=400 semillas. Sembrar el compuesto balanceado y hacer 200 cruza masivas para generar otras tantas familias de MH para el siguiente ciclo.

Fuente: Márquez, 1985.

Un ciclo de selección de FMH requiere de un ciclo agrícola para formar las FMH; un ciclo agrícola (varias localidades) para evaluar las familias seleccionadas de medios hermanos y un ciclo agrícola

para recombinar las familias seleccionadas; es decir un total de tres ciclos agrícolas, (Molina, 1992).

Durante cada ciclo de SFMH, se pueden obtener estimados de la varianza genética aditiva y de heredabilidad de los caracteres bajo selección, (Pandey citado por INIAP 2005). Las ganancias de la selección entre FMH puede también incrementarse con el uso de plantas prolíficas (o incentivando prolificidad), de tal forma que una mazorca recibe polen del compuesto balanceado y la segunda es autofecundada. Se evalúan las familias usando las mazorcas de medios hermanos, y la recombinación se hace entre familias seleccionadas, en base a los ensayos de rendimiento en ambientes diferentes, (IICA, 1991).

Coyac (2011), manifiesta que este método es uno de los más comunes, debido a que tal vez son los más fáciles, rápidos y económicos en el mejoramiento de especies alógamias; y ha sido efectivo para mejorar el rendimiento de grano en maíz. García *et al.* (2002); Claure y Márquez (1984), indican que la eficiencia relativa por ciclo de selección de la SFMH es superior a la selección masal.

Hallauer y Miranda (1988), señalan que existe una ganancia del 13.6 % para rendimiento en maíz dentado mediante la SFMH; así mismo Romero citado por García *et al.* (2002) determina una ganancia en el rendimiento de hasta un 10.3 % por cada ciclo en maíz duro.

Aunque existe una gran diversidad de métodos de selección, no se dispone de información suficiente al comparar distintos métodos de selección en las mismas poblaciones base, ni considerando la respuesta esperada aun después de ciertos números de ciclos de selección. La efectividad de cualquier método de mejoramiento, depende del balance de dos fuerzas principales que afectan las frecuencias génicas en la población: selección y deriva genética. La respuesta a la selección puede deberse a cambios en efectos aditivos, de dominancia o ambos efectos simultáneos, (Mendoza *et al.*, 2000; Coyac, 2011).

2.5.1.2 Selección familiar de hermanos completos (SFHC)

La selección de familias de hermanos completos (SFHC) es la progenie de apareamiento entre dos individuos o cruza planta a planta. La familia puede derivar de la semilla proveniente de un cruzamiento (directo) o bien de éste y su recíproco. Las familias de hermanos completos (FHC) se pueden obtener en dos formas. En una, los cruzamientos se hacen entre pares de plantas no comprometidas con ninguna otra cruza planta a planta. En la otra se sigue la técnica de polinización llamada cruza en cadena, en la cual una planta poliniza a otra, esta poliniza a una tercera, esta a una cuarta, etc., hasta que la última poliniza a la primera; en este caso se tienen n cruza, tantas como plantas, (Márquez, 1985).

Tales familias se obtienen por medio de cruzamientos realizados manualmente entre plantas de la población. Se evalúa descendencia: de cada FHC se reserva una parte, evaluando la familia por medio de las semillas hermanas no reservadas. Se reconstituye la población con las reservas de semilla, (Cubero, 2003).

Una alternativa consiste en el empleo de plantas prolíficas, una mazorca es utilizada en producir las FHC, que se evalúan en ensayos de rendimiento, y la otra mazorca es autofecundada y usada para recombinar las mejores familias, (IICA, 1991).

Coutiño *et al.* (2008), señalan que la SFHC se ha usado exitosamente para otras características además del rendimiento de grano; por ejemplo, para reducir las alturas de planta y de mazorca, el tamaño de espiga, el ciclo de cultivo, el intervalo de antesis a la floración femenina y la esterilidad, y para mejorar prolificidad, índice de cosecha, y la tolerancia a sequía, insectos y enfermedades. A pesar de esto, Ramírez (2000) manifiesta que es el más caro de los métodos, debido a que es indispensable formar a las familias utilizando polinización manual controlada, por lo que se requiere de mano de obra y de mayor cantidad de material de polinización.

El método de selección entre y dentro de familias de HC señalado por Márquez (1985), se describe en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Técnicas de campo para la selección familiar de hermanos completos.

Selección familiar de HC
1er año. Obtención de familias
1. Sembrar una muestra masiva de semilla de la variedad original. Hacer 200 cruza planta a planta utilizando 400 plantas (dos por cruza). Si es posible, hacer la cruza directa o la recíproca para contar con suficiente semilla
2do año. Prueba y selección de familias
2. Establecer experimentos con las 200 familias (familia por surco de 20 plantas) en 3 o 4 localidades con dos repeticiones. Seleccionar las 20 mejores familias ($p=10\%$) con base en su promedio en las localidades
3er año. Recombinación genética
3. Hacer un compuesto balanceado con semilla remanente de las 20 familias seleccionadas. $20 \text{ familias}/20 \text{ semillas/familia} = 400 \text{ semillas}$. Sembrar el compuesto balanceado y hacer 200 cruza planta a planta y generar otras tantas FHC para iniciar el siguiente ciclo.

Fuente: Márquez, 1985.

La SFHC al igual que la SFMH requiere un ciclo agrícola para formar la FHC; un ciclo agrícola para evaluar las FHC y un ciclo agrícola para recombinar las familias seleccionadas de hermanos completos, (Molina, 1992).

IICA (1991); Márquez (1985); Hallauer y Miranda (1988); Ramírez, (2000); Coyac (2011), indican que el sistema de SFHC es dos veces más eficiente y efectivo que la selección masal y la SFMH, ya que permite un mejor control parental, por lo que la respuesta es de mayor magnitud; además trabaja bien en caracteres con valores de heredabilidad bajos (longitud, diámetro, número de hileras por mazorca, peso seco del grano).

Técnicamente, las ganancias en la selección serían mayores con el uso de FHC que con los esquemas de FMH. No obstante, los resultados experimentales para diversas poblaciones de maíz indican que los avances obtenidos con ambos métodos son similares (García, 1999; Mendoza *et al.*, 2000). Weyhrich *et al.* (1998); Coyac (2011), manifiestan que la comparación entre métodos de

selección ha sido difícil porque, en la mayoría de los casos, se han usado diferentes métodos de selección en diferentes poblaciones para los mismos caracteres; el mismo método se ha usado en diferentes poblaciones para los mismos caracteres, o el mismo método fue usado en la misma población pero para evaluar diferentes características.

Jinayon y Moore citados por Bejarano *et al.* (1992), obtuvieron ganancias de 7.9 % en rendimiento por ciclo, después de cuatro ciclos de selección para hermanos completos en el compuesto “Cupurico x Flint” de maíz tipo dulce, con disminución en la altura de planta, altura de mazorca y el volcamiento. García *et al.* (1999) citan a Pandey *et al.* (1986, 1987) en trabajos donde obtuvieron tasas promedios de ganancias de 2.2 % luego de cuatro ciclos de selección en ocho poblaciones. El mismo autor cita a Johnson *et al.* (1986) donde observaron una reducción de 2.4 % en altura de planta y un incremento de 4.4 % en rendimiento por ciclo de selección en maíz duro “Tuxpeño Crema-1”. En estudios más recientes, Byrne *et al.* (1998) citados por García *et al.* (1999) evaluaron ocho ciclos de selección de FHC en la población “Tuxpeño Sequía” y seis ciclos de selección de FHC en las poblaciones “Tuxpeño-1”. Para rendimiento de grano, las ganancias fueron de 1.68 % y 1.06 % por ciclo, respectivamente.

2.6 Maíz amarillo harinoso “Mishca”

Esta raza es una de las más difíciles de definir en Ecuador (Anexo 6). Las colecciones son poco uniformes y su número reducido. Si embargo, el “Mishca” presenta interrelaciones complejas con otras razas de las tierras altas de Ecuador. Aparentemente se ha cruzado y retrocruzado repetidamente con “Huandango” y “Chillo”, y en menor grado con “Kcello Ecuatoriano”, (Timothy *et al.*, 1963; Yáñez *et al.*, 2003).

El “Mishca” al igual que los otros maíces de la sierra ecuatoriana constituyen verdaderas razas. Herrera *et al.* (2000), manifiestan que una raza se define como el conjunto de individuos con suficientes características en común para permitir su reconocimiento como grupo. Desde el punto de vista genético, una raza es un grupo de individuos con un número significativo de genes en común; las razas principales comparten un menor número de genes en común que las subrazas, y sus caracteres varían en sensibilidad a los cambios ambientales. Asimismo, Andrade ¹ define a una raza como la diferencia identificable entre poblaciones de maíz y que claramente pueden distinguirse mediante la distribución geográfica definida de cada una de ellas.

La altitud promedio de estos especímenes tipo son de 2620 msnm; sin embargo, existen cultivos que están adaptados desde los 2100 hasta los 2800 msnm. Las mazorcas son cónicas con 8 a 12 hileras de granos amarillos harinosos. Hilera irregular en la base de casi todas las mazorcas, con alguna tendencia a las hileras en espiral. Granos con puntas ligeramente redondas. Tusa roja y blanca. Plantas bajas con muchos macollos pequeños, de color rojizo y piloso. Espigas abiertas y grandes en relación con el tamaño de la planta (Cuadro 4). El nombre de esta raza varía con la localidad, pero el más común es “Mishca”. Otros nombres son “amarillo y harinoso”, (Yáñez, 2003).

La única variedad que se encuentra en el mercado es la INIAP-124 “Mishca mejorado”, que ha sido desarrollada con la participación directa de los agricultores, quienes la seleccionaron por sus

características de buen rendimiento, precocidad, porte bajo, mazorca grande, resistencia al acame, tolerancia a la pudrición de mazorca y buena calidad de grano. No obstante, aún no existe una variedad propia de los valles orientales subtropicales de Pichincha, que puedan ser utilizados por los agricultores de esta zona.

Cuadro 4. Características agromorfológicas de la variedad Amarillo Harinoso INIAP-124 “Mishca Mejorado”.

Características*	Rango	Promedio
Floración masculina (días)		110
Floración femenina (días)	105-129	117
Altura de planta (cm)	133-237	185
Altura de mazorca (cm)	62-148	105
Porcentaje de desgrane	70-80	75
Días a la cosecha en choclo	120-130	115
Días a la cosecha en seco	233-282	258
Numero hojas sobre la mazorca superior	--	5.0
Longitud de mazorca (cm)	--	12.1
Diámetro de mazorca (cm)	--	4.8
Número de hileras	--	11.0
Peso de 100 semillas (g)	--	60
Tamaño de grano (mm)	--	16.0
Tipo de grano		Harinoso
Color de grano		Amarillo
Rendimiento experimental grano seco (t ha ⁻¹)	2.5-7.6	5.1
Rendimiento comercial choclos (sacos ha ⁻¹)**	160-305	233
Rendimiento comercial en grano seco (t ha ⁻¹)	2.2-5.5	3.9

Fuente: Boletín Divulgativo No. 292 Programa de Maíz, EESC-INIAP.

* Datos obtenidos en localidades que varían de 2200 a 2900 msnm

** Sacos de 140 choclos de primera y segunda clase.

2.6.1 Complejo “Mishca-Chillo”

Este grupo se caracteriza principalmente por sus mazorcas relativamente cortas, cónicas, con hileras algo irregulares y bases grandes. Los granos son grandes y usualmente puntudos o semipuntudos, que le dan a la mazorca la apariencia de una granada de mano, (Timothy *et al.*, 1963; Yáñez, 2003).

2.6.2 Complejo “Mishca-Huandango”

Mazorcas deahusadas a casi cilíndricas, con tendencia a las hileras rectas y definidas. Tusas delgadas, con granos grandes, casi redondos. Hileras generalmente rectas o helicoidales, excepto en la base de la mazorca, donde son irregulares, (Timothy *et al.*, 1963; Yáñez *et al.*, 2003).

2.7 Variedades de polinización libre (VPL)

En el mundo aproximadamente el 58 % de la superficie dedicada al maíz se siembra con maíz mejorado. De los países en desarrollo, el 44 % se siembra con híbridos, el 14 % con variedades de polinización libre mejoradas (VPL) y el 42 % con VPL no mejoradas. Las VPL ocupan un lugar importante en la cultura del maíz en los países en desarrollo, (CIMMYT, 1990; Pandey y Gardner, 1992).

La baja productividad del maíz de los agricultores, es el resultado de su cultivo en suelos marginales, incluyendo terrenos de laderas; así como la baja capacidad socioeconómica de los agricultores, que no les permite la aplicación de insumos básicos y la mecanización del cultivo; y del uso de variedades nativas o criollas, que pese a estar adaptadas a condiciones ambientales desfavorables, tienen un bajo potencial productivo y son afectadas por enfermedades que reducen su calidad y rendimiento. Además se observa el criterio de los productores por obtener su propia semilla, (Rosas *et al.*, 2006; Acosta *et al.*, 2003).

Una vez seleccionada la o las variedades a ser mejoradas, deben ser sometidas a experimentación en diferentes localidades y por varios años, para determinar su valor como variedad local, permitiendo la difusión de las mismas a través del cambio de materiales entre los agricultores, o evaluar su potencial genético para mejoramiento, validando su uso en diferentes agroecosistemas. Así, la evaluación de diferentes variedades locales de maíz en diferentes agroecosistemas puede aportar importantes fuentes genéticas para varios tipos de estrés ambiental bióticos (plagas, enfermedades, malezas) o abióticos, (Acosta *et al.*, 2003)

Obtener una variedad de maíz de polinización libre mejorada, es más fácil que crear un híbrido; debido a que, la producción de semilla de VPL es más sencilla y barata; además, los agricultores de subsistencia que las cultivan pueden guardar su propia semilla para la siembra del siguiente ciclo, reduciendo así su dependencia de fuentes externas de semilla. El hecho de que los insumos y las prácticas agronómicas que se utilizan en el cultivo de las VPL sean similares a los que se emplean con las variedades criollas que los agricultores de escasos recursos cultivan, facilitará la adopción e intercambio de semilla de estas variedades entre ellos, (CIMMYT, 1999).

2.7.1 Caracterización de una variedad de polinización libre

De acuerdo al CIMMYT (1999), cuando una variedad esté a punto de ser liberada, deberá hacerse una descripción de los atributos sobresalientes en su zona de adaptación, a fin de guiar el mantenimiento y la certificación de semilla en el futuro. La variedad debe poseer algunas características genéticas que la distingan de otras VPL. En la descripción de la variedad deberán considerarse características tales como: adaptación, madurez, altura de planta, altura de mazorca, pigmentación del tallo, color, tamaño y configuración de la espiga, orientación de la hoja, color de la nervadura central, color del estigma, forma de la mazorca, color, textura y forma del grano, así como su tolerancia o resistencia a plagas y patógenos, (Cuadro 5).

Una cualidad importante de las buenas VPL es su uniformidad. No obstante, aun cuando al formar una variedad se recombinen los mejores genotipos relativamente similares, una VPL rara vez tendrá características morfológicas tan uniformes como las de un híbrido simple. Por tanto, las

normas de certificación para las VPL deberán ser flexibles, prácticas y adecuadas a las condiciones que prevalecen en cada país, (CIMMYT, 1999).

Cuadro 5. Caracterización que definen una variedad de maíz

	Cualitativas	Cuantitativas
Tallo	Color	Altura Número de nudos
Hojas	Color Color de la vena central Color de la vaina Pubescencia de la vaina	Número total Número de hojas arriba de la mazorca Ángulo foliar Ancho de la hoja de la mazorca Largo de la hoja de la mazorca
Espiga	Color de las glumas Color de las anteras Color de los estigmas Color de las espatas secas	Longitud del pedúnculo Longitud del eje central Días a 50 % de plantas con polen Número por planta Ángulo de inserción
Mazorca	Pubescencia de las espatas Textura de la espata Forma de la mazorca Arreglo de las hileras Color del raquis	Longitud del pedúnculo Número de hileras Longitud Diámetro Peso Porcentaje de grano Diámetro del olote
Semilla	Color del pericarpio Color de la aleurona Color del endospermo Textura (dentado, cristalino, etc.)	Longitud Ancho Peso de 100 semillas Grosor de la semilla

Fuente: CIMMYT (1999)

Una variedad de calidad deberá mostrar cambios pequeños de un ciclo a otro en sus atributos fenotípicos cuando se la reproduzca para su mantenimiento, para multiplicación de semillas o ambos. Esta estabilidad en tiempo y espacio altamente deseable contribuirá a una rápida adopción por los agricultores, (Andrade, 2010).

El uso de VPL son de mucha importancia para los agricultores ya que son ellos mismos quienes seleccionan las mejores mazorcas, sea en el campo o en almacenamiento, provenientes de plantas individuales de buenas características agronómicas de acuerdo a su propio y especial criterio, tales como: rendimiento de grano, libre de enfermedades fungosas, altura de la planta, color del grano, rendimiento y tamaño de mazorca. Las mazorcas son seleccionadas, secadas y almacenadas en la finca para la próxima campaña agrícola. A veces los agricultores locales intercambian semillas

promisorias. En este sentido, bajo el cuidado y manejo del agricultor, este germoplasma nativo ha sido conservado y explotado por cientos de años para satisfacer las necesidades de consumo y alimentación del poblador alto andino, (Bravo, 2003).

Sin embargo, en los valles interandinos, poco esfuerzo se hace para controlar la polinización cruzada entre dos o mas variedades o razas locales; como consecuencia se presenta una mezcla de variedades nativas, las cuales presentan un rendimiento promedio de 1.5 t ha^{-1} . La importancia de usar materiales que mejoren el rendimiento utilizando poca inversión, es una de los objetivos de los investigadores en torno a la realidad socioeconómica en la que se encuentran los agricultores, razón por la cual es necesario proveerlos de semillas que sean de polinización libre, (Chávez *et al.*, 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del ensayo

3.1.1 Ubicación política ³

Localidad: Campo Docente Experimental la Tola (CADET)
Parroquia: Tumbaco
Cantón: Quito
Provincia: Pichincha

3.1.2 Ubicación geográfica ⁴

Altitud: 2465 msnm
Latitud: 00°13'30'' S
Longitud: 78°23'30'' O

3.1.3 Características del sitio experimental

3.1.3.1 Características climáticas ⁵

Temperatura máxima anual	27.9 °C
Temperatura mínima anual	8.0 °C
Temperatura promedio anual:	15.7 °C
Precipitación promedio anual:	867 mm
Humedad relativa:	75 %
Luminosidad:	186.5 horas luz
Evaporación:	137.5 mm

3.1.3.2 Características edáficas ⁶

Textura:	Franco arenoso
Clasificación:	Durandepts y Durustolls
pH:	6.2
Topografía	Plana
Drenaje	Bueno

^{3,4,5} Estación Meteorológica Tumbaco- CADET

⁶ Administración CADET, 2012.

3.2 Materiales

3.2.1 Equipos y herramientas

3.2.1.1 Campo

- Semillas de maíz “Mishca”
- Azadones
- Rastrillos
- Flexómetro
- Píolas
- Estacas
- Etiquetas
- Fertilizantes
- Fungicidas
- Insecticidas
- Fundas de papel
- Libreta de campo
- Calibrador
- Bomba de mochila

3.2.1.2 Oficina

- Computadora
- Cámara digital
- Materiales de escritorio

3.3 Factores en estudio

Accesiones de maíz amarillo tipo “Mishca” de la Colección de la Universidad Central (CMUCE), que se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha, 2013.

Cód.	Nombre común	Número de colección	Provincia	Parroquia	Localidad	Altitud (msnm)
Ac 1	Amarillo	110A	Pichincha	Amaguaña	Cuendina	2 627
Ac 2	Puka rayado	155	Imbabura	Cotacachi	Azaya	2 624
Ac 3	Chillos amarillo	005	Pichincha	Píntag	Tolóntag	2 900
Ac 4	Amarillo	115	Pichincha	Amaguaña	Santa Rosa	2 627
Ac 5	Maíz grande	158B	Imbabura	Cotacachi	Azama	2 467
Ac 6	Irutucu	156	Imbabura	Cotacachi	San Pedro	2 630
Ac 7	Puka sara	157B	Imbabura	Cotacachi	Quiroga	2 467
Ac 8	Mishca	007B	Pichincha	Píntag	Santa Inés	2 694
Ac 9	Guagal amarillo	251	Pichincha	San Alfonso	San Alfonso	2 775

3.4 Análisis estadístico

3.4.1 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con Muestra

3.4.2 Unidad experimental

Un surco con ocho plantas dentro de cada accesión.

3.4.3 Unidad experimental neta

Un surco con cuatro plantas de cada accesión con competencia completa.

3.4.4 Número de plantas por unidad experimental

Cuatro plantas.

3.4.5 Número de observaciones

Dos observaciones

3.4.6 Características del área experimental

Nº de unidades experimentales:	18
Longitud del surco:	3.00 m
Ancho del surco:	0.80 m
Separación entre bloques:	0.80 m
Área de parcela experimental	2.40 m ²
Área de parcela neta	1.60 m ²
Área de caminos	86.40 m ²
Área de bloques	405.00 m ²
Área total del experimento:	491.40 m ²

3.4.7 Gráfico del experimento

Se presenta en el **Anexo 1**

3.4.8 Esquema del análisis de la varianza (ADEVA)

El ADEVA se presenta en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Esquema del análisis de la varianza para el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

Fuentes de variación	Grados de libertad
TOTAL	71
ACCESIONES (Ac)	8
ERROR EXPERIMENTAL	9
ERROR MUESTREO	54
CV	
PROMEDIO	

3.4.9 Análisis funcional

Se utilizó la prueba de Tukey al 5 % para accesiones, cuando se detectó diferencias significativas en las variables evaluadas.

3.5. Correlaciones

Se utilizó este análisis estadístico para determinar las relaciones que existieron entre las variables analizadas en la formación de las poblaciones de medios hermanos y hermanos completos.

3.6 Variables y métodos de evaluación

Las variables analizadas durante todo el ciclo de cultivo fueron las siguientes:

3.6.1 Vegetativas

3.6.1.1 Días a la floración masculina

Esta variable se midió cuando el 50 % de las plantas emitieron polen. Para registrar este dato se contaron el número de plantas totales presentes en la parcela a evaluarse y cuando existieron la mitad más uno de plantas con la característica señalada, se registró el dato y se expresó en días.

3.6.1.2 Días a la floración femenina

Esta variable se midió cuando el 50 % de las plantas presentaron estigmas visibles de 2 cm de longitud en promedio. Para registrar este dato se contaron el número de plantas totales presentes en la parcela a evaluarse y cuando existieron la mitad más uno de plantas con la característica señalada, se registró el dato y se expresó en días.

3.6.1.3 Altura de planta

Se midió cada planta desde el nivel del suelo hasta el punto donde la espiga o panoja empieza a ramificarse. La medición se realizó cuando los estigmas de las flores femeninas empezaron a secarse y se expresó en centímetros.

3.6.1.4 Altura de inserción de la mazorca

Se midió cada planta desde el nivel del suelo hasta el nudo de inserción de la mazorca más alta. Este dato se registró después de la floración, cuando los estigmas empezaron a secarse y se expresó en centímetros.

3.6.1.5 Longitud de la hoja

Se midió desde la lígula hasta el ápice de la hoja que sobresale de la mazorca más alta y se expresó en centímetros.

3.6.1.6 Ancho de la hoja

Se midió en el punto medio de la hoja de la mazorca más alta y se expresó en centímetros.

3.6.1.7 Área foliar

Utilizando los datos de la longitud y ancho de la hoja de la mazorca más alta de cada accesión, se procedió a calcular el área foliar multiplicando el largo por el ancho y se expresó en centímetros cuadrados.

3.6.1.8 Enfermedades foliares

Las enfermedades evaluadas fueron: tizón o mancha norteña *Excerohilum turcicum* y mancha de asfalto *Phyllachora maydis*. Estas características fueron evaluadas durante dos ocasiones, en intervalos de quince días. Esta variable se registró después de la floración femenina, de acuerdo con la escala del CIMMYT (1995) (**Anexo 2**).

Valor	Significado
1	Débil
2	Ligera
3	Moderada
4	Severa
5	Muy severa

3.6.2 Mazorca

3.6.2.1 Cobertura de mazorca

Se calificó cuando las mazorcas estuvieron completamente desarrolladas de acuerdo a la escala de 1 a 5 propuesta por el CIMMYT (1991) (**Anexo 3**), donde:

Valor	Significado
1	Excelente
2	Regular
3	Punta expuesta
4	Grano expuesto
5	Completamente inaceptable

3.6.2.2 Índice de prolificidad

Se obtuvo dividiendo el número de mazorcas cosechadas de las plantas de cada accesión para el número de plantas existentes en la parcela neta.

3.6.2.3 Longitud de mazorca

Se midió desde la base en su inserción con el pedúnculo hasta su ápice, este valor fue tomado de la mazorca más alta de cada planta seleccionada y se registró en centímetros.

3.6.2.4 Número de hileras por mazorca

Este dato se tomó de las mazorcas más altas de cada planta seleccionada, después de la cosecha, en donde se contó las hileras de granos en sentido horario en su parte central.

3.6.2.5 Daño de la mazorca

Se evaluó con base en el grado del daño a la mazorca por pudrición y/o insectos (**Anexo 4**), utilizando la escala propuesta por el IPGRI (1991), donde:

Valor	Significado
0	Ninguno
3	Poco
7	Grave

3.6.2.8 Porcentaje de desgrane

En la parcela neta se tomó al azar una muestra de cuatro mazorcas de cada accesión; se obtuvo el peso total, luego se las desgranó y se procedió a pesar únicamente el grano sano. El porcentaje de desgrane se calculó mediante la relación propuesta por el CIMMYT (1995).

$$\% \text{ de desgrane} = \frac{\text{Peso de grano}}{\text{Peso total}} \times 100$$

3.6.3. Grano

3.6.3.1. Color del grano

La identificación de colores se realizó tomando la siguiente escala propuesta por el CIMMYT (1991), donde:

Valor	Significado
1	Blanco
2	Amarillo
3	Morado
4	Jaspeado
5	Café
6	Anaranjado
7	Moteado
8	Capa blanca
9	Rojo
10	Rosado
11	Azul
12	Amarillo rayado

3.6.4 Formación de poblaciones

Para la formación de medios hermanos, se eliminaron plantas atípicas, es decir plantas que no tengan un buen crecimiento y desarrollo vegetativo, plantas con síntomas de virus o plantas enanas; de esta forma se evitó que estas plantas polinicen a las demás.

Para la formación de poblaciones de hermanos completos, se realizaron cruzamientos manuales. Esta actividad se la hizo cuando los estigmas de las flores femeninas estuvieron visibles o tuvieron de tres a cuatro días de haber aparecido. Para los cruzamientos, se aislaron a las flores femeninas con una funda de papel un día antes de ser polinizada, después se tomó polen de las flores masculinas de las accesiones en estudio y se polinizaron en las flores femeninas aisladas. Se sellaron correctamente las flores polinizadas para evitar que llegue polen extraño, y se etiquetaron las cruas.

Una vez cosechadas las mazorcas de cada accesión, se procedió a identificar y etiquetar las mazorcas de polinización libre (FMH) y las que fueron polinizadas manualmente (FHC). En el caso de FMH se realizó el análisis de acuerdo a las variables mencionadas, tanto vegetativas como las de mazorca y grano. Para las mazorcas de FHC, se identificaron a sus progenitores y algunas variables que pudieron ser tomadas en la planta y en la mazorca (DFF, AP, AIMZ, AF, EF, CMZ, DMZ y CGR).

3.6.5 Formación del compuesto balanceado

Para formar el compuesto balanceado se seleccionaron veinte semillas de cada accesión, tanto de la población de medios hermanos como de los cruzamientos que conforma la población de hermanos completos. La semilla remanente será utilizada como reserva y para la recombinación en el próximo ciclo de selección. El compuesto balanceado servirá para generar un nuevo ciclo de selección en donde se evaluarán las mejores familias de estas dos poblaciones.

3.7 Métodos de manejo del experimento

3.7.1 Preparación del suelo

Para la siembra de las accesiones de maíz, se utilizó un tractor para arar el suelo, luego de esto se procedió a pasar la rastra hasta que el suelo quede mullido y listo para sembrar. Con la surcadora se realizaron surcos de 0.80 m de distancia entre sí.

3.7.2 Siembra

La siembra se la hizo manualmente colocando de 2 a 3 semillas por sitio; a los 20 días se observaron y se registraron la cantidad de plantas emergidas, en los lugares que no emergieron se realizó una resiembra y donde había más de una planta se realizó el raleo, dejando solamente la mejor planta por sitio.

3.7.3 Labores culturales

Para el mantenimiento del cultivo, las principales labores culturales que se realizaron fueron: deshierbes a los veinte y treinta días y el aporque a los cuarenta días. El riego se realizó por inundación a los sesenta días de establecido el cultivo.

3.7.4 Fertilización

Para el mejor crecimiento del cultivo, se aplicó el fertilizante 10-30-10 debido a que es un fertilizante usado por la mayoría de los agricultores de la zona y que ayudó en el desarrollo del cultivo. Se aplicó en una cantidad de 5 g planta⁻¹ (144 kg ha⁻¹). La aplicación se realizó a los cuarenta días después de la siembra durante el aporque de las plantas y se lo incorporó al suelo.

3.7.5 Control de plagas

Durante el ciclo de cultivo las mazorcas fueron atacadas constantemente por la mosca de la mazorca (*Euxesta eluta*), por lo que se procedió a colocar aceite comestible utilizando un algodón en los estigmas de las flores femeninas de forma manual, cuando éstos presentaron una longitud superior a 3 cm; esta actividad se repitió cada 8 días hasta cuando las mazorcas estuvieron desarrolladas suficientemente.

3.7.6 Cosecha

Durante la cosecha se identificaron a las mazorcas que fueron polinizadas manualmente (HC) y a las mazorcas de polinización libre (MH). Se cosecharon por planta y por accesión y se colocaron en mallas de plástico y se etiquetaron. La cosecha se realizó manualmente cuando las mazorcas estuvieron en madurez fisiológica.

3.7.7 Secado

El secado se realizó en un invernadero, hasta que las mazorcas alcanzaron una humedad del 14 %.

3.7.8 Determinación de humedad del grano

Para determinar la humedad se realizó un muestreo de las mazorcas cosechadas. Se procedió a tomar una cantidad aproximada de 10 g de granos de cada accesión de maíz y se lo envió al laboratorio para su respectivo análisis. Esta actividad se la realizó a los treinta días después de haber sido cosechadas y secadas las mazorcas y constituyeron un dato significativo para el almacenamiento de las semillas.

3.7.9 Almacenamiento

Para el almacenamiento de las mazorcas se realizaron las siguientes actividades: control de insectos y desinfección de la semilla. Las mazorcas fueron desgranadas y colocadas en frascos de plástico y etiquetadas por accesión y por población. Las semillas se guardaron cuando presentaron el 14 % de humedad.

Para el control de insectos se colocó dos pastillas de Gastoxin (Fosfuro de aluminio) en una funda de plástico con las mazorcas cosechadas y se sellaron herméticamente por 72 horas. Mientras que, para la desinfección de la semilla se utilizó Vitavax (carboxin-thiram) en una dosis de 2 g por 10 g de semillas. Se colocó el fungicida directamente en los frascos que contenía a las semillas de cada una de las accesiones, se tapó herméticamente y se agitó por varios segundos hasta tratar de cubrir a todas las semillas. Este procedimiento se realizó para las dos poblaciones de maíz.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables cuantitativas

4.1.1. Días a la floración masculina

En el análisis de la varianza, para días a la floración masculina, Cuadro 8, se detectó diferencias altamente significativas para accesiones; mientras que, para el error experimental no se detectó significancia estadística. El promedio general del experimento fue de 103.72 días con un coeficiente de variación del 1.51 %, que resulta ser excelente para este tipo de investigaciones.

Tukey al 5 % para Accesiones, Cuadro 9, determinó seis rangos de significancia estadística. Encabezando el primer rango se encontró la accesión Ac 2 (Puka rayado 155) con un promedio de 88.25 días a la floración masculina, pudiendo considerarse como precoz; en tanto que, en el sexto rango se encontró la accesión Ac 4 (Amarillo 115) con un promedio de 131.5 días a la floración masculina, que se puede considerar como una accesión tardía, (Gráfico 2).

Comparando los resultados obtenidos por Cuichán (2012) en la selección de accesiones de maíz “Mishca” (114.58 días) se aprecia en este ciclo una disminución de 10.86 días, valores positivos en el proceso de mejoramiento para la reducción del ciclo del cultivo, como lo manifiestan Díaz (2010) y Paliwal citados por Ortega *et al.* (2010) afirmando que la floración es generalmente usada como el evento del desarrollo que caracteriza los cultivares como tempranos o tardíos. Además, esta variable se vio influenciada por el ambiente y por el genotipo, observándose variación de los días a la floración entre las accesiones evaluadas.

4.1.2 Días a la floración femenina

En el análisis de la varianza, para días a la floración femenina, Cuadro 8, se detectó diferencias altamente significativas para accesiones; mientras que, para el error experimental no se detectó significancia estadística. El promedio general del experimento fue de 116.43 días con un coeficiente de variación del 1.07 %, dando confiabilidad a los datos obtenidos.

Tukey al 5 % para Accesiones, Cuadro 9, determinó siete rangos de significancia estadística. Encabezando el primer rango se encontró la accesión Ac 2 (Puka rayado 155) con un promedio de 103.00 días considerándose como precoz; mientras que, en el séptimo rango se encontró la accesión Ac 4 (Amarillo 115) con un promedio de 140.00 días considerándose como tardía (Gráfico 3).

Con los resultados obtenidos por Cuichán (2012) en la selección de accesiones de maíz “Mishca” (127.83 días) se observó una disminución de 11.40 días en el presente ciclo; siendo similares con los valores registrados por el INIAP para el “Mishca INIAP-124” (117.00 días). De acuerdo a Ortega *et al.* (2010) la floración femenina es la más importante para seleccionar genotipos de mayor precocidad. Además, las condiciones ambientales son decisivas en la manifestación de la precocidad, especialmente la humedad y temperatura, siendo esta última el elemento primario que influye sobre la floración, (Parsons, 2001).

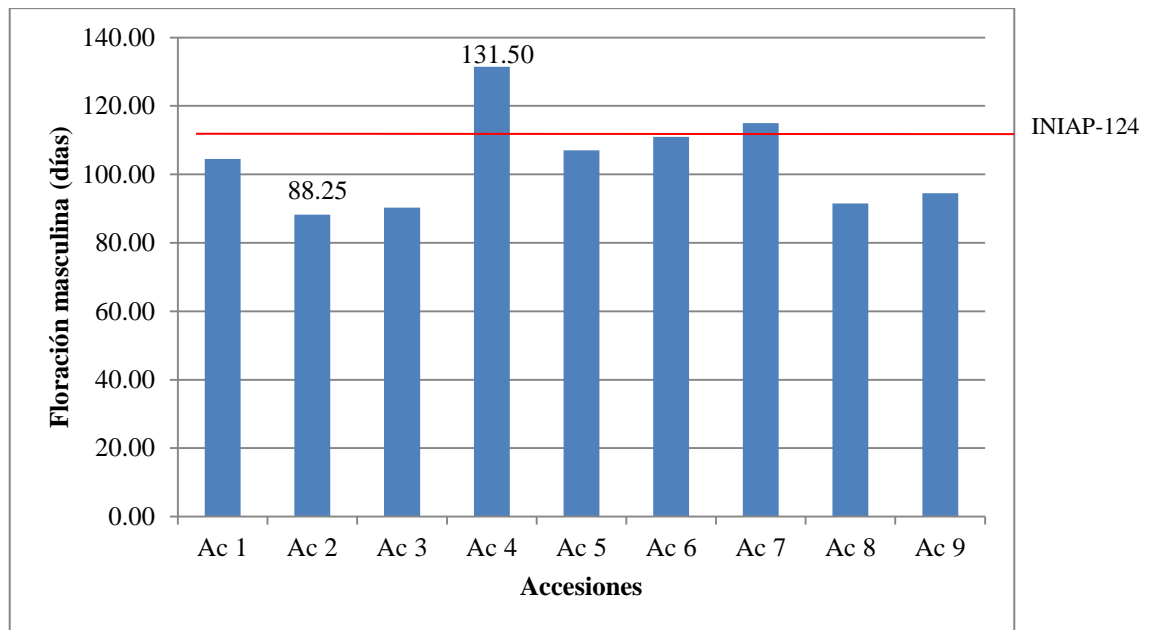


Gráfico 2. Días a la floración masculina en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

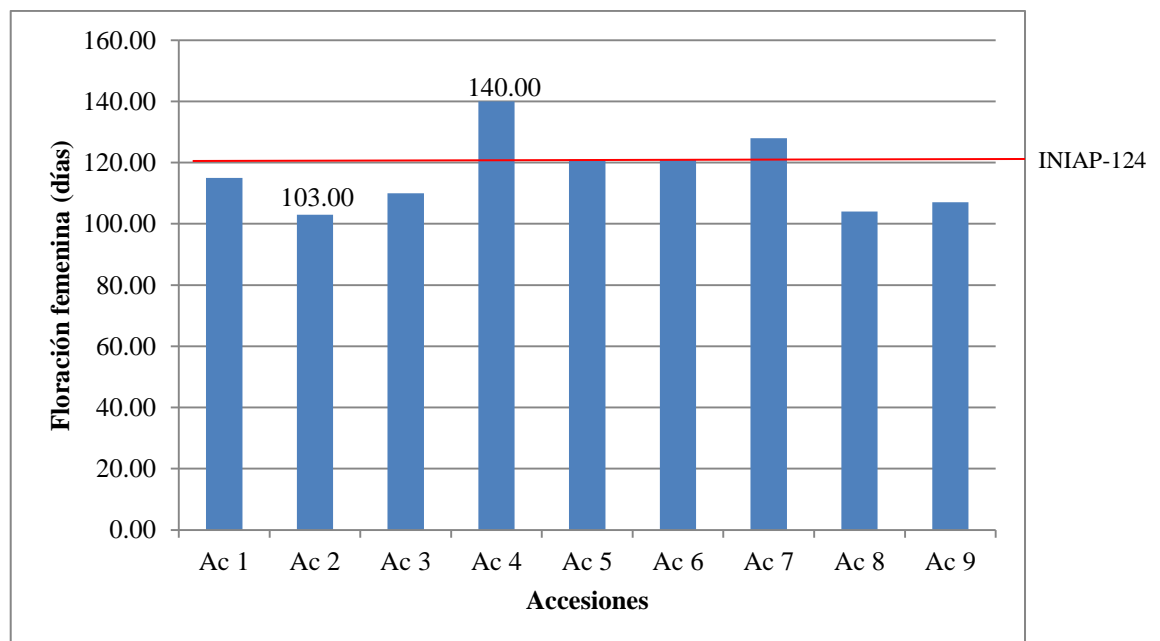


Gráfico 3. Días a la floración femenina en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

CUADRO 8.- Análisis de la Varianza de siete variables, en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

F de V	GL	CUADRADOS MEDIOS						
		Días a la floración		Altura		Hoja		
		Masculina	Femenina	Planta	Inserción a la mazorca	Longitud	Ancho	Área foliar
TOTAL	71							
ACCESIONES	8	1 618.43**	1 190.10**	7 183.67*	3 285.28*	413.11 ^{ns}	4.91*	105 282.37 ^{ns}
E. EXPERIMENTAL	9	0.22 ^{ns}	0.13 ^{ns}	2 145.51 ^{ns}	1 002.00 ^{ns}	196.57 ^{ns}	1.50 ^{ns}	35 656.08 ^{ns}
ERROR MUESTREO	54	2.46	1.55	1 061.32	872.32	126.16	2.30	22 307.03
PROMEDIO		103.72 días	116.43 días	256.98 cm	162.00 cm	78.79 cm	9.98 cm	789.62 cm ²
CV (%)		1.51	1.07	12.68	18.23	14.26	15.18	18.92

CUADRO 9.- Promedios y pruebas de significación Tukey al 5 % de siete variables, en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

COD	Variables*						
	Días a la floración		Altura		Hoja		
	DFM (días)	DFF (días)	AP (cm)	AIMZ (cm)	LH (cm)	AH (cm)	AF (cm ²)
Ac 1	104.50 c	115.00 d	258.70 b	175.91 b	79.60	11.18 a	891.71
Ac 2	88.25 a	103.00 a	275.60 b	172.85 b	81.88	9.93 a	806.73
Ac 3	90.25 a	110.00 c	215.74 a	142.30 b	81.06	9.54 a	775.11
Ac 4	131.50 f	140.00 g	253.21 ab	167.40 b	74.11	9.66 a	708.79
Ac 5	107.00 cd	121.00 e	256.03 b	163.25 b	79.13	10.43 a	820.50
Ac 6	111.00 de	121.00 e	210.38 a	121.78 a	63.69	8.34 a	537.82
Ac 7	115.00 e	128.00 f	253.75 b	153.46 b	77.99	10.31 a	810.48
Ac 8	91.50 ab	104.00 a	301.29 b	190.14 b	90.73	10.40 a	939.00
Ac 9	94.50 b	107.00 b	288.16 b	170.80 b	80.94	10.08 a	816.41

* **DFM**= Días a la floración masculina; **DFF**= Días a la floración femenina; **AP**= Altura de planta; **AIMZ**= Altura de inserción de la mazorca; **LH**= Longitud de hoja; **AH**= Ancho de hoja; **AF**= Área foliar

Las accesiones que presentaron el menor y mayor número de días a la floración masculina, concordaron con las accesiones que obtuvieron el menor y mayor número de días a la floración femenina. La variación de días a la floración entre las accesiones se pudo deber a la heterogeneidad genética de las poblaciones, y a las condiciones ambientales, lo cual pudo afectar la sincronización de la floración en las accesiones, provocando la falta de llenado de grano y la disminución en el rendimiento, (Díaz 2010).

4.1.3 Altura de planta

Del análisis de la varianza, para altura de planta, Cuadro 8, se detectó diferencias significativas para accesiones; mientras que, para el error experimental no se detectó significancia estadística. El promedio general del experimento fue de 256.98 cm con un coeficiente de variación del 12.68 %, que resulta ser muy bueno para este tipo de investigaciones.

Tukey al 5 % para Accesiones, Cuadro 9, identificó dos rangos de significancia estadística. Encabezando el primer rango con la menor altura de planta se ubicó la accesión Ac 6 (Irutucu 156) con un promedio de 210.38 cm; mientras que, al final del segundo rango con la mayor altura de planta se ubicó la accesión Ac 8 (Mishca 007B) con un promedio de 301.29 cm, (Gráfico 4).

Este promedio fue superior al “Mishca INIAP-124”, pero menor al encontrado por Cuichán (2012) quién registró alturas promedio de 262.76 cm; por lo que se aprecia una disminución de altura de 5.78 cm en la presente investigación y que resultó ser positivo en el proceso de mejoramiento. Al observar los resultados obtenidos, existen variación entre los genotipos evaluados respecto a esta variable, dado por la heterogeneidad del germoplasma y por la influencia del ambiente; esto justifica el alto desarrollo de la accesión 8 (Mishca 007B) con 301.29 cm. La respuesta anterior,

agronómicamente es indeseable, debido a la alta correlación entre esta variable y el acame de las plantas, problema generalizado en las poblaciones nativas (Antonio *et al.* citados por Pecina *et al.*, 2009). Conseguir plantas de menor altura es uno de los objetivos importantes en el proceso de selección, para facilitar el manejo del cultivo, (Pastas, 2011).

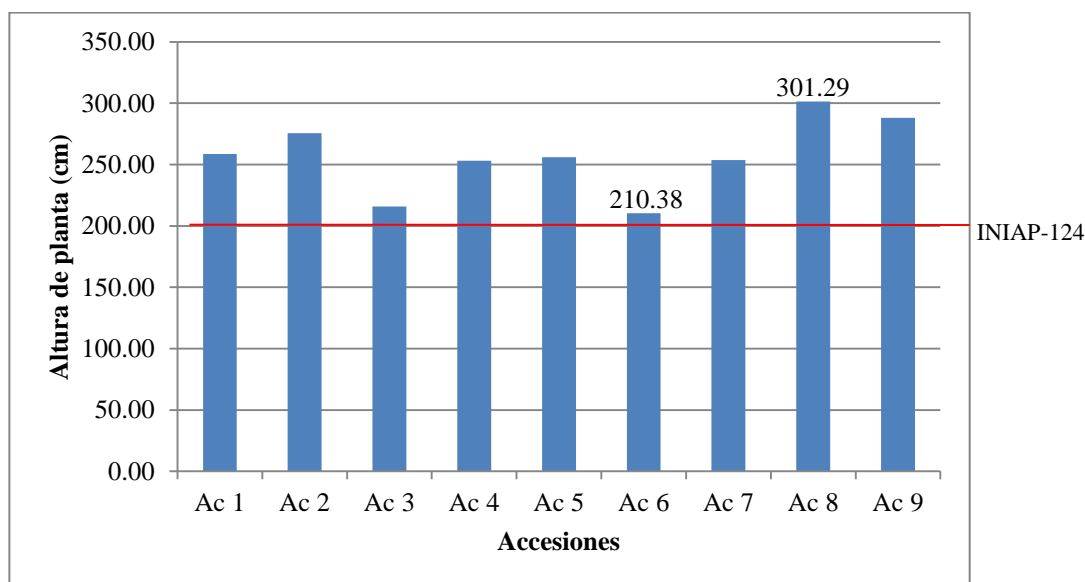


Gráfico 4. Altura de planta en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

4.1.4 Altura de inserción de la mazorca

En el análisis de la varianza, para altura de inserción de la mazorca, Cuadro 8, se detectó diferencias significativas para accesiones; mientras que, para el error experimental no se detectó significancia estadística. El promedio general del experimento fue de 162.00 cm con un coeficiente de variación del 18.23 %, que resulta ser muy bueno para este tipo de investigaciones.

Tukey al 5 % para Accesiones, Cuadro 9, identificó dos rangos de significancia estadística. En el primer rango se ubicó la accesión Ac 6 (Irutucu 156) con la menor altura de inserción de la mazorca con un promedio de 121.78 cm; en tanto que, al final del segundo rango se ubicó la accesión Ac 8 (Mishca 007B) con la mayor altura de inserción de la mazorca, con un promedio de 190.14 cm, (Gráfico 5).

Las variables altura de planta y altura de inserción de la mazorca están íntimamente relacionadas, concordando con lo expuesto por Ortega *et al.* (2010) quien indica que a mayor altura de planta se obtiene una mayor altura de inserción de la mazorca y viceversa. Además, se observó que la mayor parte de las mazorcas se encontraron en el tercio medio de la planta. Esta característica resulta ser favorable para la tolerancia al acame de las plantas, como lo manifiestan Otahola y Rodríguez (2001); Sierra *et al.* (2005); Rengifo citado por Alfaro y Segovia (2009). Además la disminución de la altura de la mazorca es fundamental para facilitar la cosecha y el control de plagas, (Cruz, 2004).

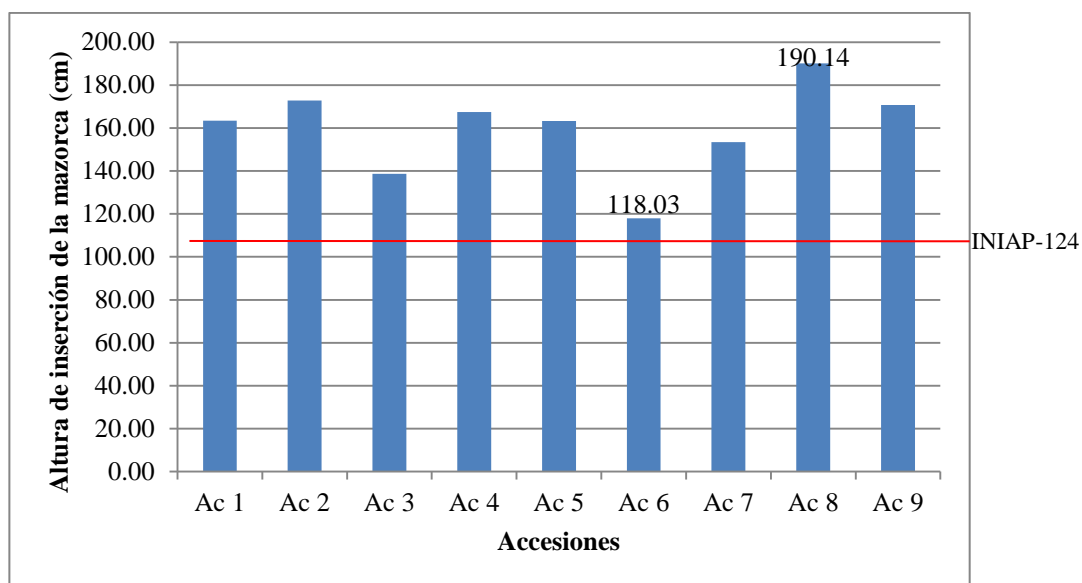


Gráfico 5. Altura de inserción de la mazorca en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

4.1.5 Longitud de la hoja

En el análisis de la varianza, para longitud de la hoja, Cuadro 8, no se detectó significancias estadísticas para accesiones. El promedio general del experimento fue de 78.79 cm con un coeficiente de variación del 14.26 %, que resulta ser muy bueno para este tipo de investigación.

Para accesiones no existió significancia estadística; sin embargo, del Cuadro 9 y del Gráfico 6, se observó que la menor longitud fue para la accesión Ac 6 (Irutucu 156) con un promedio de 63.69 cm; mientras que, la mayor longitud fue para la accesión Ac 8 (Mishca 007B) con un promedio de 90.73 cm. Las condiciones ambientales y la falta de adaptación pueden afectar el tamaño de la hoja, (Monar y Agualongo, 2003).

Al correlacionar las variables: altura de planta con altura de inserción de la mazorca y altura de planta con longitud de la hoja, se determinó valores significativos de 0.89 y 0.69 respectivamente (Anexo 5), mostrando una alta relación entre estas variables. Esta respuesta entre algunos caracteres, se debe a que ellos probablemente representan diferentes vías de medir el mismo carácter, aunque también podría deberse a una relación estructural o del desarrollo de la planta (Smith J y Smith O citados por Martínez *et al.*, 2010). De acuerdo con estos autores, algunos caracteres correlacionados podrían ser descartados; mientras que, otras correlaciones podrían ser dependientes de un germoplasma base particular y del proceso evolutivo en ese germoplasma.

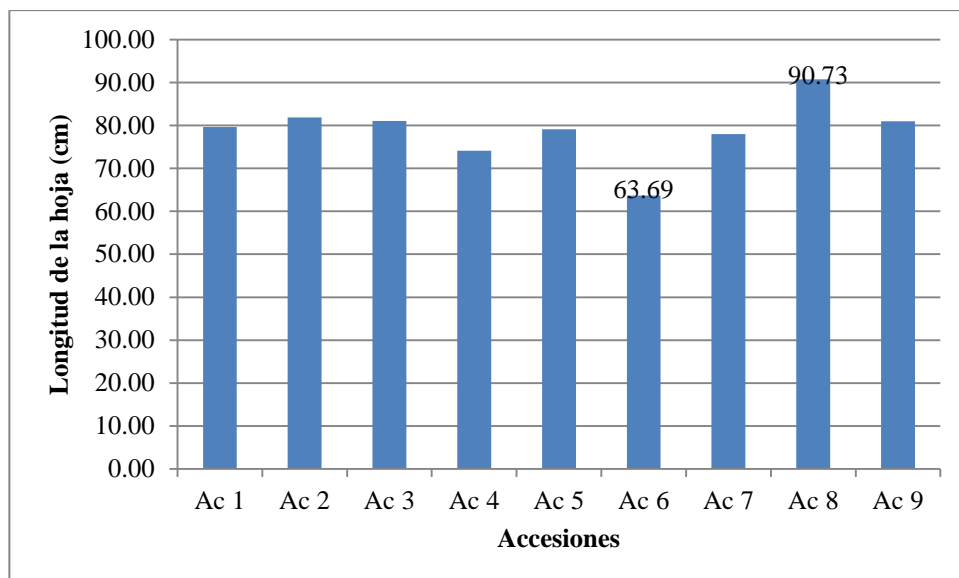


Gráfico 6. Longitud de la hoja en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

4.1.6 Ancho de la hoja

Del análisis de la varianza, para ancho de la hoja, Cuadro 8, se detectó diferencias significativas para accesiones; mientras que, para el error experimental no se detectó significancia estadística. El promedio general del experimento fue de 9.98 cm con un coeficiente de variación del 15.18 %, que resulta ser muy bueno para este tipo de investigaciones.

Tukey al 5 % para Accesiones, Cuadro 9, identificó un solo rango de significancia estadística. Encabezando este rango, con el menor ancho de la hoja se ubicó la accesión Ac 6 (Irutucu 156) con un promedio de 8.34 cm; mientras que, al final del mismo rango con el mayor ancho de la hoja se ubicó la accesión Ac 1 (Amarillo 110A) con un promedio de 11.18 cm, (Gráfico 7).

Los valores del presente ensayo son inferiores a los obtenidos por Cuichán (2012), quien registró un ancho de 10.18 cm. Estos datos, muestran que en el presente ensayo existió una menor área de exposición de las hojas a la luz, por lo que la fotosíntesis fue menor. Además, el ancho de la hoja está influenciado por las condiciones ambientales y por los nutrientes del suelo, (Paliwal, 2001).

Al correlacionar el ancho de la hoja con la longitud de la misma, se identificó una relación significativa de 0.69, (Anexo 5) que constituyó una de las correlaciones más frecuentes en maíz, concordando con los registrados por Martínez *et al.* (2010). Estas dos variables están relacionadas con la captación de la luz y están influenciadas por las condiciones ambientales, (Díaz, 2010).

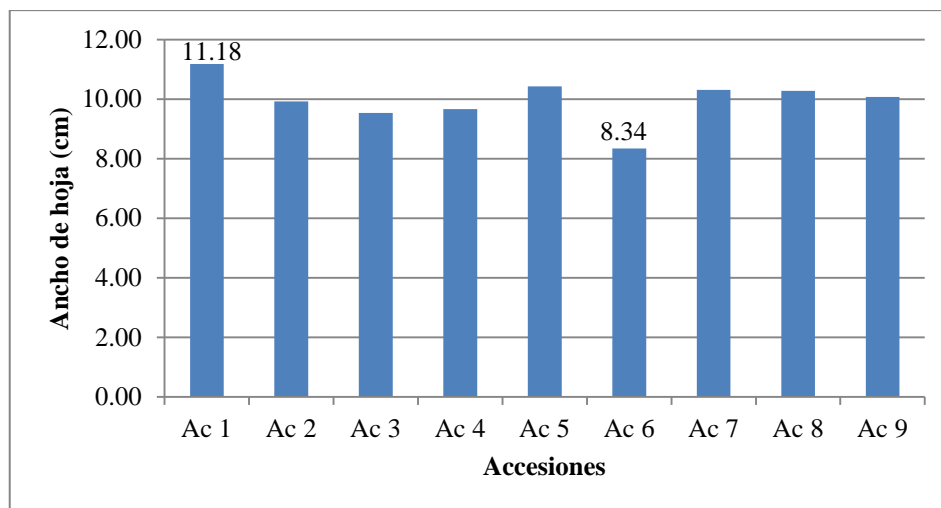


Gráfico 7. Ancho de la hoja en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

4.1.7 Área foliar

En el análisis de la varianza, para área foliar, Cuadro 8, no se detectó significancias estadísticas para accesiones. El promedio general del experimento fue de 789.62 cm² con un coeficiente de variación del 18.92 %, que resulta ser muy bueno para este tipo de investigaciones.

Para accesiones no hubo significancia estadística; sin embargo, del Cuadro 9 y del Gráfico 8, se observó que la mayor área foliar fue para la accesión Ac 8 (Mishca 007B) con un promedio de 939.00 cm²; mientras que, la menor área foliar fue para la accesión Ac 6 (Irutucu 156) con un promedio de 537.82 cm². Se ha determinado que el área foliar está íntimamente relacionada con el proceso fotosintético, (Camacho *et al.*, 1995).

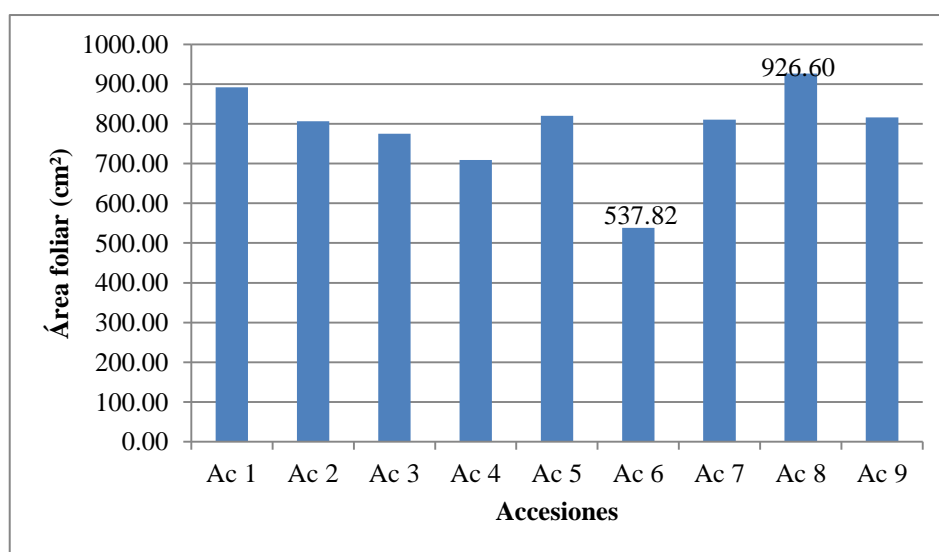


Gráfico 8. Área foliar en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

Además, la pérdida del área foliar, ocasionado por ataque de plagas, por condiciones ambientales adversas o por labores culturales, puede afectar considerablemente el rendimiento, (Díaz *et al.*, 2007)

4.1.8 Índice de prolificidad

En el análisis de la varianza, para índice de prolificidad, Cuadro 10, no se detectó significancia estadística para accesiones; mientras que se detectó diferencia altamente significativa para el error experimental. El promedio general del experimento fue de 1.41 mazorcas por planta con un coeficiente de variación del 5.23 %, dando confiabilidad a los datos obtenidos.

A pesar de no existir diferencia significativa para accesiones, del Cuadro 11 y del Gráfico 9, se observó que los mayores índices de prolificidad fueron para las accesiones Ac 9, Ac 8 y Ac 5 (Guagal amarillo 251, Mishca 007B y maíz grande 158B) con un promedio de 1.75 mazorcas por planta; mientras que, el menor índice de prolificidad fue para la accesión Ac 1 (Amarillo 110A) con un promedio de 0.50 mazorcas por planta.

El índice de prolificidad está relacionado con el rendimiento. En el proceso de mejoramiento, se espera obtener plantas que presenten la mayor cantidad de mazorcas por planta. Además, esta variable está influenciada por las condiciones ambientales (el exceso de humedad o el estrés hídrico provocan mazorcas vanas) y por la densidad del cultivo, (Paliwal, 2001).

4.1.9 Longitud de la mazorca más alta

En el análisis de la varianza, para longitud de la mazorca más alta, Cuadro 10, se detectó diferencias altamente significativas para accesiones y para el error experimental. El promedio general del experimento fue de 10.95 cm con un coeficiente de variación del 17.22 %, que resulta ser muy bueno para este tipo de investigaciones.

Tukey al 5 %, Cuadro 11, identificó tres rangos de significancia estadística. Encabezando el primer rango con la mayor longitud de mazorca se encontró la accesión Ac 2 (Amarillo 110 A) con un promedio de 13.59 cm; mientras que, al final del tercer rango con la menor longitud de la mazorca se ubicó la accesión Ac 1 (Puka rayado 155) con un promedio de 8.08 cm, (Gráfico 10).

El promedio de los genotipos evaluados fue menor a los reportados por el INIAP (2002) para la variedad “Mishca INIAP-124”, quien registra valores de 12.10 cm. El tamaño de la mazorca pudo estar determinado por las condiciones ambientales y genéticas de cada una de las accesiones, además la fertilidad del suelo determina la longitud de la mazorca y llenado del grano. Asimismo, esta variable es proporcional al rendimiento; es decir, cuando se presenta un incremento en la longitud de la mazorca, el rendimiento también se incrementa y viceversa, (De la Cruz *et al.*, 2009; Díaz, 2010).

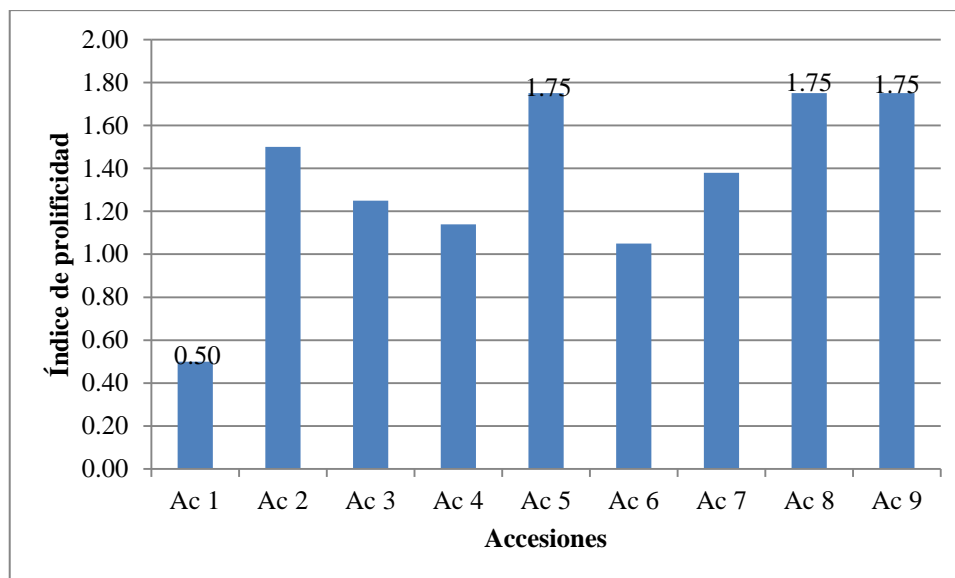


Gráfico 9. Índice de prolificidad en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

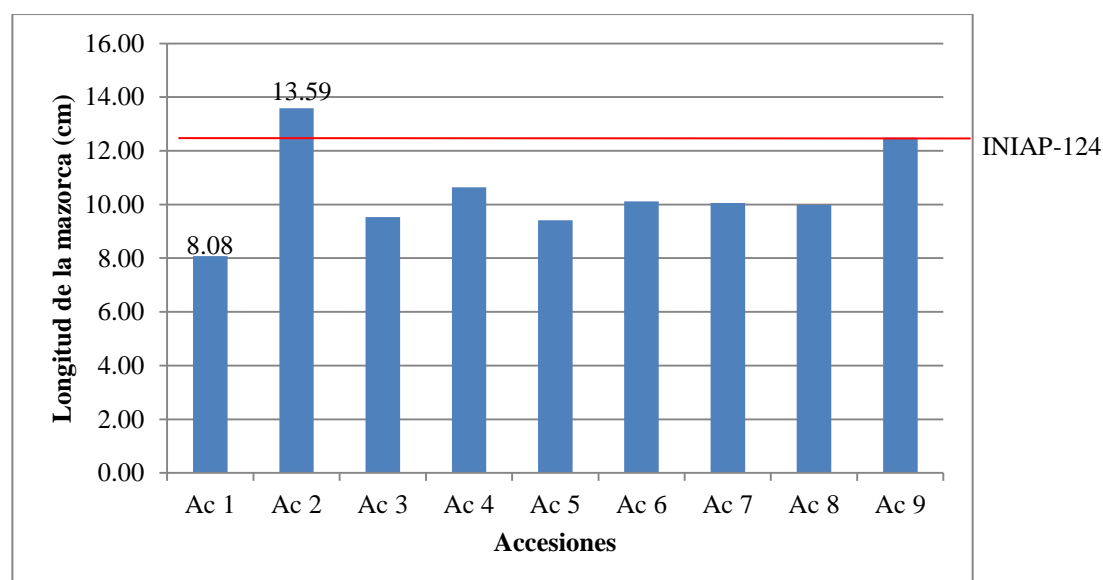


Gráfico 10. Longitud de la mazorca en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

CUADRO 10.- Análisis de la Varianza de cuatro variables, en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

F de V		CUADRADOS MEDIOS			
	GL				
		Índice de prolificidad	Longitud de la mazorca	Número de hileras/mazorca	Porcentaje de Desgrane
TOTAL	63				
ACCESIONES	8	0.939 ^{ns}	19.066**	5.715 ^{ns}	237.945 **
E. EXPERIMENTAL	9	0.754**	3.416**	10.608*	33.999 ^{ns}
ERROR MUESTREO	46	0.005	3.324	4.178	71.360
PROMEDIO		1.41 mz/planta	10.59 cm	10.30 hileras	63.06 %
CV (%)		5.23	17.22	19.85	13.40

^a mz= mazorca

CUADRO 11. Promedios y pruebas de significación Tukey al 5 % de cuatro variables, en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

COD	Variables *				
	IP (mz/pl)	LMZ (cm)	NH/MZ	Porcentaje de desgrane	
				Original	Transformado
Ac 1	0.50	8.08 c	9.76	52.79	46.16 b
Ac 2	1.50	13.59 a	10.00	82.87	65.90 a
Ac 3	1.25	9.53 bc	11.25	87.24	69.79 a
Ac 4	1.14	10.64 abc	10.57	81.27	64.62 a
Ac 5	1.75	9.41 bc	10.75	76.45	61.65 ab
Ac 6	1.05	10.12 abc	7.80	69.99	57.09 ab
Ac 7	1.38	10.06 abc	10.75	76.08	61.10 ab
Ac 8	1.75	9.98 abc	10.63	81.33	64.77 a
Ac 9	1.75	12.49 ab	10.00	82.66	65.98 a

* IP= Índice de prolificidad; LMZ= Longitud de la mazorca; NH/MZ= Número de hileras por mazorca; mz/pl= Mazorcas por planta

4.1.10 Número de hileras por mazorca

En el análisis de la varianza, para número de hileras por mazorcas, Cuadro 10, no se detectó significancias estadísticas para accesiones; mientras que, para el error experimental se detectó significancia estadística. El promedio general del experimento fue de 10.30 hileras por mazorca con un coeficiente de variación del 19.85 %, que resulta ser muy bueno para este tipo de investigaciones.

A pesar de no existir diferencia significativa para accesiones, del Cuadro 11 y del Gráfico 11, se identificó que el menor número de hileras fue para la accesión Ac 6 (Irutucu 156) con un promedio de 7.80 hileras por mazorca; mientras que, el mayor número de hileras fue para la accesión Ac 3 (Chillos amarillo 005) con un promedio de 11.25 hileras por mazorca. Estos valores son inferiores a los registrados por el INIAP para el “Mishca INIAP-124” quien reporta un promedio de 11.0 hileras por mazorca.

4.1.11 Porcentaje de desgrane

Del análisis de la varianza, para porcentaje de desgrane, Cuadro 10, calculado con los datos sometidos a transformación utilizando los valores de arcoseno; se detectó diferencias altamente significativas para accesiones y ninguna significancia estadística para el error experimental. El promedio general del experimento fue del 63.06 % con un coeficiente de variación del 13.40 %, que resulta ser muy bueno para este tipo de investigaciones.

Tukey al 5 % para Accesiones, Cuadro 11, detectó dos rangos de significancia estadística. Encabezando el primer rango con el mayor porcentaje de desgrane se ubicó la accesión Ac 3 (Chillos amarillo 005) con un promedio de 69.79 %; mientras que, al final del segundo rango con el

menor porcentaje de desgrane se ubicó la accesión Ac 1 (Amarillo 110 A) con un promedio de 46.16 %, (Gráfico 12).

Los valores obtenidos son menores a los reportados por INIAP (2002), quien indica promedios del 75 % para la variedad “Mishca INIAP-124”. El incremento o disminución del porcentaje de desgrane está relacionado con la interacción genotipo – ambiente, con la sincronización floral, (Monar y Agualongo, 2003). En la presente investigación el bajo porcentaje de desgrane pudo deberse a la falta de polen viable que produjo mazorcas vanas y por la presencia de pudriciones y ataque de plagas.

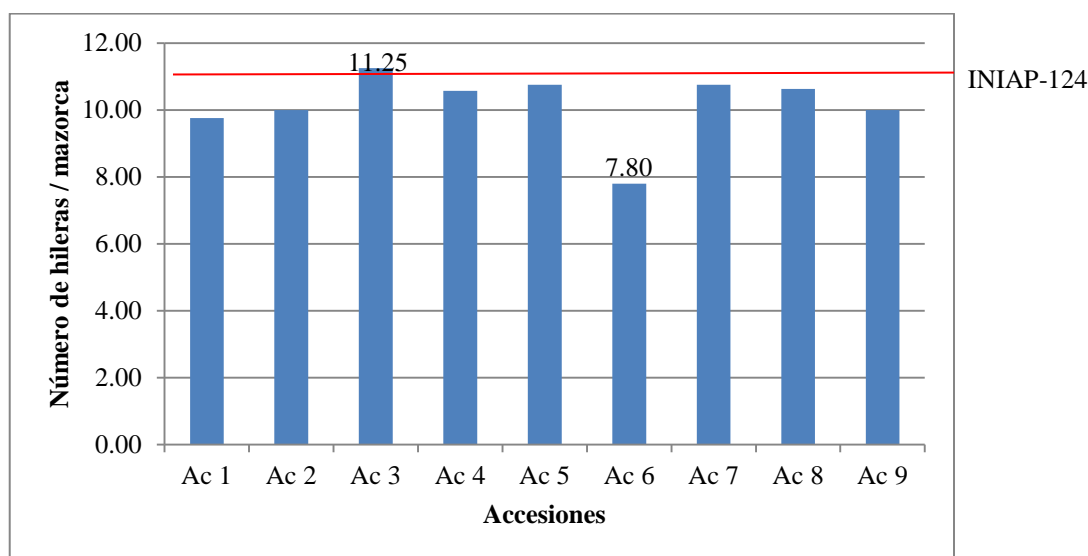


Gráfico 11. Número de hileras por mazorca en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

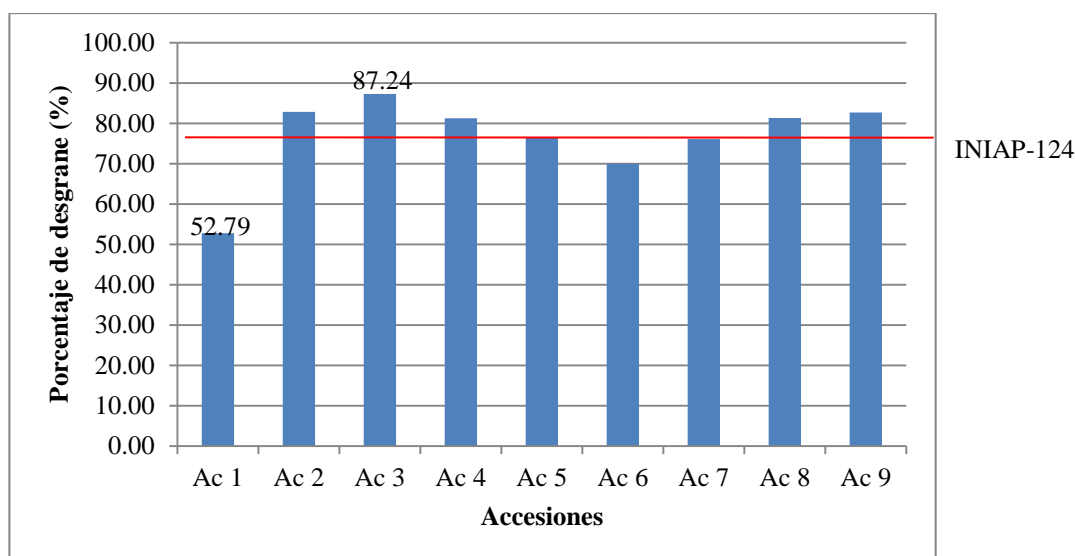


Gráfico 12. Porcentaje de desgrane en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

4.2 Variables cualitativas

4.2.1 Enfermedades foliares

Las enfermedades foliares que se presentaron durante el ciclo del cultivo fueron Mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) y Mancha norteña (*Exserohilum turcicum*). Para mancha de asfalto, del Cuadro 12, se observó que de las nueve accesiones evaluadas; dos accesiones (Ac 2 y Ac 4) presentaron infección ligera; mientras que, siete accesiones (Ac 1, Ac 3, Ac 5, Ac 6, Ac 7, Ac 8 y Ac 9) presentaron infección moderada.

Para mancha norteña, del Cuadro 12, se observó que de las nueve accesiones evaluadas; una accesión (Ac 4) presentó infección débil; cinco accesiones (Ac 1, Ac 3, Ac 6, Ac 7 y Ac 9) presentaron infección moderada; y tres accesiones (Ac 2, Ac 5 y Ac 8) presentaron infección severa.

Para mancha norteña y mancha de asfalto, se determinó que todas las accesiones presentaron el cien por ciento de incidencia, pero con diferente grado de severidad. Estas respuestas pudieron darse, debido a los diferentes niveles de tolerancia de los materiales evaluados y a las condiciones climáticas apropiadas para que estos patógenos se desarrollen, (Cathme, 2010). Además se evidenció mayor severidad de ataque y mayor daño de “mancha norteña” que de “mancha de asfalto”.

Estas dos enfermedades estuvieron relacionadas con la disminución del rendimiento, debido a la pérdida de área foliar por el necrosamiento de las hojas, (Suárez, 1996). Los daños varían de acuerdo al estado fenológico de la planta, pero en la mayoría de los casos el ataque de estos dos hongos se establece antes de la formación de seda, llegando hasta los extremos de las mazorcas, pudiendo existir pérdidas en la producción de grano de hasta el cincuenta por ciento, (Cathme, 2010; Pastas, 2011).

Cuadro 12. Frecuencias de las enfermedades “Mancha norteña” y “Mancha de asfalto” en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

Escala*	Mancha de asfalto		Mancha norteña	
	Frecuencia	Accesiones	Frecuencia	Accesiones
1 Débil	0	--	1	Ac 4
2 Ligera	2	Ac 2, Ac 4	0	-
3 Moderada	7	Ac 1, Ac 3, Ac 5, Ac 6, Ac 7, Ac 8, Ac 9	5	Ac 1, Ac 3, Ac 6, Ac 7, Ac 9
4 Severa	0	--	3	Ac 2, Ac 5, Ac 8
5 Muy severa	0	--	0	--
SUMA	9		9	

* Escala establecida por el CIMMYT

4.2.2 Cobertura de la mazorca

Para cobertura de la mazorca, del Cuadro 13, se observó que de las nueve accesiones evaluadas, dos accesiones (Ac 2 y Ac 7) presentaron cobertura excelente; mientras que, siete accesiones (Ac 1, Ac 3, Ac 4, Ac 5, Ac 6, Ac 8 y Ac 9) presentaron cobertura regular.

La cobertura de la mazorca influye estrechamente sobre el rendimiento, ya que al obtener una cobertura excelente permitirá una mejor calidad y mayor cantidad de grano debido a que existe una mayor protección del grano, resistiendo el ataque de pájaros y de pudriciones; mientras que, las mazorcas con una cobertura regular, presentan envoltura entrelazada no resistente en la punta de la mazorca, y no son deseables porque tienen poca resistencia al ataque de plagas, (Cruz, 2004; Orozco, 2010). La cobertura de las mazorcas obtenidas en la presente investigación, no resistieron al ataque de insectos, de hongos y de pájaros, por lo que la mayoría de las mazorcas presentaron daños.

Cuadro 13. Frecuencias de cobertura de la mazorca en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

Escala*	Frecuencia	Accesiones
1 Excelente	2	Ac 2, Ac 7
2 Regular	7	Ac 1, Ac 3, Ac 4, Ac 5, Ac 6, Ac 8, Ac 9
3 Punta expuesta	0	--
4 Grano expuesto	0	--
5 Completamente inaceptable	0	--
SUMA	9	

* Escala establecida por el CIMMYT

4.2.3 Daños en la mazorca

Para daños en la mazorca, del Cuadro 14, se determinó que de las nueve accesiones evaluadas, seis accesiones (Ac 2, Ac 4, Ac 5, Ac 7, Ac 8 y Ac 9) presentaron daños ligeros; mientras que, tres accesiones (Ac 1, Ac 3 y Ac 6) presentaron daños moderados.

Los daños ocurridos en las mazorcas estuvieron ocasionados por el ataque de pájaros, roedores, por la mosca de la mazorca *Euxesta eluta* y por pudriciones debida quizá a los hongos más frecuentes: *Fusarium*, (Rivas *et al.*, 2011), *Diploidia maydis* y *Gibberella* sp., (Chipantasi, 2004), mismos que ocasionan disminución considerable tanto en el rendimiento, como en la calidad del grano. Las condiciones ambientales también influyeron en el desarrollo del patógeno, incrementando las pudriciones. Para el caso de la mosca de la mazorca, las aplicaciones de aceite comestible sobre sus estigmas como lo sugiere el INIAP (1998a), ayudaron a disminuir considerablemente su ataque.

Cuadro 14. Frecuencias de daños en la mazorca en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

Escala*	Frecuencia	Accesiones
1 Ausencia	0	--
2 Ligera	6	Ac 2, Ac 4, Ac 5, Ac 7, Ac 8, Ac 9
3 Moderada	3	Ac 1, Ac 3, Ac 6
4 Severa	0	--
5 Muy severa	0	--
SUMA	9	--

* Escala establecida por el CIMMYT

4.2.6 Color del grano

Para color de grano, debido a la alta heterogeneidad entre mazorcas dentro de una misma accesión, se procedió a calificar el grano por mazorca. Del Cuadro 15, se determinó que de las sesenta y cuatro mazorcas evaluadas, dos presentaron granos de color blanco, cincuenta y tres presentaron granos amarillos, una presentó granos de color anaranjado, cuatro presentaron granos de color rojo, y cuatro presentaron granos de color amarillo rayado.

Cuadro 15. Frecuencias en el color del grano en el estudio de nueve accesiones de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad experimental de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

Escala*	Frecuencia	Accesiones
1 Blanco	2	Ac 7
2 Amarillo	53	Ac 1, Ac 2, Ac 3, Ac 4, Ac 5, Ac 6, Ac 7, Ac 8, Ac 9
6 Anaranjado	1	Ac 2
7 Moteado	0	0.00
8 Capa blanca	0	0.00
9 Rojo	4	Ac 7
10 Rosado	0	0.00
11 Azul	0	0.00
12 Amarillo rayado	4	Ac 2, Ac 8
SUMA	64	

* Escala establecida por el CIMMYT

El color del grano frecuente de las mazorcas evaluadas fue el amarillo; mismos que, de acuerdo a Timothy *et al.* (1963); Yáñez (2003); INIAP (2002), es el color característico de la raza “Mishca”. Sin embargo los colores amarillo rayado y rojo, que se encontraron en las accesiones Ac 2 (Puka rayado) y Ac 7 (Puka sara) son propios de estas razas, observándose que mantienen el color de la población original. La presencia de granos de otros colores, pudo deberse a la contaminación del

material por polen de otras variedades de maíz aledañas al ensayo; esto ocurre con las variedades de polinización cruzada, en donde se produce el fenómeno conocido como xenia (De la Cruz *et al.*, 2009; Villarreal *et al.*, 2010) el cual se define como el efecto inmediato del polen sobre el tejido materno; específicamente sobre el endospermo, ya que el color del endospermo del maíz amarillo se debe al gen dominante “A” y el blanco al gen recesivo “a”, (Poehlman, 1986; Sánchez, 1991). Así se explica la presencia de maíces blancos o rojos en algunas accesiones cuyos granos característicos son amarillos o amarillos rayados.

4.3 Formación de poblaciones

Se obtuvieron dos poblaciones de maíz: medios hermanos a través de polinización libre; la población de hermanos completos se conformó mediante los cruzamientos manuales realizados entre las accesiones. Para formar el compuesto balanceado se contó el número de granos por accesión y por cruzamiento, obteniéndose así veinte semillas por accesión y por cruza, mismas que se mezclaron perfectamente. Este compuesto servirá para el inicio del siguiente ciclo de selección y la semilla remanente se utilizará para generar un nuevo ciclo o para la resiembra cuando así lo necesite.

4.3.1 Poblaciones de medios hermanos

Para la formación de la población de medios hermanos, se utilizaron las nueve accesiones, considerando el color de grano como criterio de selección en el presente ciclo. En el Cuadro 16 se muestran las variables que fueron evaluadas.

Cuadro 16. Variables evaluadas de nueve accesiones de maíz suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” para la formación de una variedad de polinización libre. Tumbaco, Pichincha. 2013.

PROGENITOR FEMENINO													
COD	DF		Altura		Hoja			IP	LMZ	NH/ MZ	PDD		CCR
	DFM	DFF	AP	AIMZ	LH	AH	AF				PDO	PDT	
	(días)	(días)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm²)					(cm)	
Ac 1	104.50	115.00	258.70	175.91	79.60	11.18	891.71	0.50	8.08	9.76	52.79	46.16	2
Ac 2	88.25	103.00	275.60	172.85	81.88	9.93	806.73	1.50	13.59	10.00	82.87	65.90	2
Ac 3	90.25	110.00	210.38	142.30	81.06	9.54	775.11	1.25	9.53	11.25	87.24	69.79	2
Ac 4	131.50	140.00	253.21	167.40	74.11	9.66	708.79	1.14	10.64	10.57	81.27	64.62	2
Ac 5	107.00	121.00	256.03	163.25	79.13	10.43	820.50	1.75	9.41	10.75	76.45	61.65	2
Ac 6	111.00	121.00	215.74	121.78	63.69	8.34	537.82	1.05	10.12	7.80	69.99	57.09	2
Ac 7	115.00	128.00	253.75	153.46	77.99	10.31	810.48	1.38	10.06	10.75	76.08	61.10	2
Ac 8	91.50	104.00	301.29	190.14	90.73	10.40	939.00	1.75	9.98	10.63	81.33	64.77	2
Ac 9	94.50	107.00	288.16	170.80	80.94	10.08	816.41	1.75	12.49	10.00	82.66	65.98	2

* **DFM**= Días a la floración masculina, **DFF**= Días a la floración femenina, **AP**= Altura de planta; **AIMZ**= Altura de inserción de la mazorca, **LH**= Longitud de hoja; **AH**= Ancho de hoja; **AF**= Área foliar, **IP**= Índice de prolificidad, **LMZ**= Longitud de la mazorca, **NH/MZ**= Número de hileras por mazorca, **PDD** (PDO, PDT)= Porcentaje de desgrane (original, transformado), **CGR**= Color del grano.

Se eliminaron los granos que no fueron amarillos, debido a que no es el color propio de la raza “Mishca”. En los siguientes ciclos de selección deberían mantenerse el color amarillo como característica importante en la selección ya que es una variable relacionada con la calidad del grano.

La presencia de diferentes colores respecto al amarillo en mazorcas de las accesiones Ac 2, Ac 4 y Ac 5 se pudo deber al efecto conocido como fertilización cruzada o xenia, la cual puede ser definida como el efecto de los genes del polen sobre el desarrollo de las semillas, (Bulant *et al.*, 2000). Este fenómeno desde el punto de vista genético, puede ser interpretado como el efecto inmediato del polen sobre el tejido materno, específicamente sobre el endospermo, (Sánchez, 1991; Villarreal *et al.*, 2010). De acuerdo al tipo de acción génica para color de grano, el amarillo es dominante sobre el blanco, así mismo el efecto de xenia es característico en esta raza.⁷

4.3.2 Poblaciones de hermanos completos

Se obtuvieron 37 cruzamientos para formar la población de hermanos completos. Debido a que las accesiones Ac 3 y Ac 8 presentaron más surcos que las demás accesiones, intervinieron en mayor cantidad de cruza que las demás. En el Cuadro 17 se presentan las cruza realizadas y los datos de las variables de las plantas femeninas, que serán evaluados en el próximo ciclo de selección.

El color de grano de las cruza fue el amarillo, esto es favorable ya que el color es una característica determinante en el proceso de selección para el mejoramiento del maíz. La falta de llenado de grano en las mazorcas cosechadas, para formar la población de hermanos completos, pudo deberse a varias razones: la polinización artificial disminuyó el porcentaje de granos fecundados por la poca cantidad de polen recibido a los estigmas femeninos; ya que en condiciones naturales, la flor está expuesta de tres a seis días a la recepción del polen, (Poehlman, 1986; Jugenheimer, 1990; Ortiz *et al.*, 2010).

Así mismo la falta de técnica para realizar los cruzamientos en forma manual, pudo disminuir la polinización. Otro factor que influyó en los cruzamientos, fue la falta de sincronización entre la floración masculina y la femenina, que redujeron la cantidad de flores a ser fecundadas y la calidad del polen; las condiciones climáticas adversas (demasiadas lluvias durante la floración) dificultaron la polinización manual. La alta incidencia de la mosca del choclo *Euxesta eluta*, también ocasionaron pérdidas en los cruzamientos debido a que estas mazorcas no recibieron el control para esta plaga.

⁷ Silva C, E. 2012. Consultas de maíz Mishca. Guayaquil, EC. Centro de Investigación de la Caña (CINCAE) (correo electrónico)

Cuadro 17. Variables de treinta y siete cruzamientos de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “Mishca” en la formación de una población de Hermanos Completos. Tumbaco, Pichincha. 2013.

PROGENITOR FEMENINO												
CRUZAS		PF	AP	AIMZ	LH	AH	AF	MN	MA	CMZ	DMZ	CGR
PF	PM	DFF	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)					
Ac 8	Ac 2	128.0	325.50	225.00	86.30	10.60	914.78	3	2	1	1	2
Ac 8	Ac 6	128.0	295.30	157.20	102.90	9.20	946.68	4	2	1	1	2
Ac 8	Ac 9	128.0	302.00	150.00	108.20	11.50	1244.30	3	2	1	2	2
Ac 8	Ac 9	128.0	287.50	145.00	99.20	7.80	773.76	4	3	1	4	2
Ac 3	Ac 7	110.0	210.00	150.00	67.20	11.90	799.68	3	2	1	1	2
Ac 4	Ac 5	140.0	212.30	139.10	66.30	10.30	682.89	2	2	1	4	2
Ac 3	Ac 4	110.0	189.50	109.00	99.50	9.58	953.21	3	3	1	3	2
Ac 8	Ac 9	128.0	272.00	191.90	72.50	11.58	839.55	3	2	1	2	2
Ac 8	Ac 1	128.0	316.50	225.70	87.10	11.70	1019.07	4	2	1	4	2
Ac 8	Ac 5	128.0	295.00	198.20	75.60	9.60	725.76	4	3	1	1	2
Ac 8	Ac 5	128.0	316.50	228.10	96.00	9.50	912.00	4	3	1	4	2
Ac 3	Ac 6	110.0	232.00	158.00	83.00	10.80	896.40	3	2	1	1	2
Ac 6	Ac 5	121.0	223.50	133.10	82.10	7.10	582.91	3	2	1	4	2
Ac 8	Ac 6	128.0	295.20	161.00	98.00	10.20	999.60	3	2	1	2	2
Ac 8	Ac 5	128.0	302.00	175.10	110.10	9.30	1023.93	4	2	1	3	2
Ac 9	Ac 3	107.0	291.20	159.20	82.20	9.10	748.02	4	3	1	1	2
Ac 8	Ac 6	128.0	278.20	182.00	76.00	10.60	805.60	3	2	1	4	2
Ac 3	Ac 9	110.0	252.00	142.10	87.80	12.10	1062.38	3	1	1	1	2
Ac 3	Ac 1	110.0	189.50	109.00	99.50	9.58	953.21	2	2	1	2	2
Ac 5	Ac 1	121.0	245.60	163.20	78.90	10.00	789.00	3	3	1	1	2
Ac 6	Ac 8	121.0	215.54	120.18	63.68	8.34	531.09	2	2	1	4	2
Ac 8	Ac 5	128.0	302.00	175.10	110.10	9.30	1023.93	3	2	1	2	2
Ac 8	Ac 3	128.0	282.20	215.00	88.30	10.80	953.64	3	3	1	1	2
Ac 8	Ac 3	128.0	293.20	136.30	92.60	9.20	851.92	3	2	1	4	2
Ac 8	Ac 3	128.0	311.50	211.30	102.20	8.90	909.58	3	3	1	1	2
Ac 3	Ac 8	110.0	205.00	151.00	97.00	9.40	911.80	3	2	1	2	2
Ac 3	Ac 4	110.0	235.80	159.60	87.50	9.10	796.25	2	2	1	1	2
Ac 9	Ac 5	107.0	264.20	136.10	85.20	11.00	937.20	3	3	1	4	2
Ac 3	Ac 1	110.0	219.20	167.20	67.50	7.90	533.25	3	1	1	1	2
Ac 8	Ac 6	128.0	297.20	179.50	86.40	10.70	924.48	4	2	1	2	2
Ac 3	Ac 5	110.0	215.50	88.60	52.80	8.40	443.52	2	1	1	1	2
Ac 5	Ac 3	121.0	278.00	126.00	83.10	9.50	789.45	3	3	1	4	2
Ac 8	Ac 9	128.0	302.00	210.10	86.10	10.70	921.27	4	3	1	1	2
Ac 8	Ac 2	128.0	201.00	145.00	99.80	11.60	1157.68	3	3	1	2	2
Ac 2	Ac 7	103.0	295.20	169.20	76.20	10.20	777.24	3	3	1	1	2
Ac 9	Ac 8	107.0	271.00	157.30	86.30	10.10	871.63	3	2	1	4	2
Ac 3	Ac 6	110.0	232.00	158.00	83.00	10.80	896.40	3	3	1	1	2

* PF=Progenitor femenino; PM=Progenitor masculino; DFM=Días a la floración masculina; DFF=Días a la floración femenina; AP=Altura de planta; AIMZ=Altura de inserción a la mazorca; LH=Longitud de hoja; AH=Ancho de hoja; AF=Área foliar; MN=Mancha norteña; MA=Mancha de asfalto; CMZ=Cobertura de mazorca; DMZ=Daños de mazorca.

4.3.3. Correlaciones

Para asegurar que los materiales que intervinieron sean buenos y estén relacionados entre si, se hicieron correlaciones entre estas accesiones, de manera que brinden una panorámica clara de los caracteres que se asocian entre si, permitiendo de esta manera dilucidar cuando seleccionar sobre un carácter, en cuales otros caracteres se está influyendo de manera indirecta u si la influencia es positiva o negativa.

Al realizar las correlaciones entre las variables cuantitativas evaluadas (Anexo 5), se identificó una correlación altamente significativa positiva para los caracteres: DFF-DFM, AP-AIMZ, AIMZ-LH, AIMZ-AF y AH-AF cuyos valores fueron: 0.98, 0.89, 0.81, 0.85 y 0.91, respectivamente. Además, se detectó una correlación significativa para los caracteres DFM-LH, DFF-LH, AP-LH, AP-AH, AP-AF, AF-NH/MZ, AIMZ-AH, LH-AH, LH-NH/MZ, IP-PDD y LMZ-PDD cuyos valores fueron: -0.60, -0.59, 0.69, 0.59, 0.70, 0.65, 0.78, 0.69, 0.70, 0.75 y 0.59, respectivamente. Para el resto de variables correlacionadas no se detectó diferencias significativas.

De las correlaciones positivas altamente significativas, presta interés la alta relación entre DFF-DFM y AP-AIMZ, pudiéndose definir como un aspecto positivo para la selección, ya que se podría esperar una reducción de las mismas, con una ganancia en tiempo de maduración y en tamaño de planta. Los coeficientes de determinación para DFM-DFF del 96.04 % y del 79.21 % para AP-AIMZ, determinó el alto grado de influencia que tiene un carácter sobre el otro. Además, se observó que la altura de planta y su inserción de la mazorca presentaron una correlación positiva; es decir, a medida que aumenta la altura de la planta, la altura de su primera mazorca también. Esto concuerda con lo señalado por Martínez *et al.* (2010) quien manifiesta que, este tipo de correlaciones son las más frecuentes en maíz.

Las correlaciones significativas entre algunos caracteres, se debe a que ellos probablemente representen diferentes vías para medir el mismo carácter, aunque también se puede deber a una relación estructural o del desarrollo, como la relación entre la altura de planta con la altura de inserción de la mazorca, (Martínez *et al.*, 2010). Se señala que, las variables correlacionadas son de interés porque están en conexiones con las causas genéticas de correlación, a través de la acción pleiotrópica de los genes; además, porque están relacionados por los cambios producidos por la selección a través del mejoramiento de un carácter, que pueden causar cambios simultáneos en otros caracteres, además algunos caracteres correlacionados podrían ser descartados; mientras que, otras correlaciones podrían ser dependientes de un germoplasma base en particular y del proceso evolutivo en dicho germoplasma, (Falconer citado por Martínez *et al.*, 2010).

También se determinó que la correlación para las variables IP-PDD, LMZ-PDD son caracteres que estuvieron relacionados con las variables propias de la mazorca; no obstante, la variable LMZ no presentó diferencia significativa, ni para las variables vegetativas ni para las de la mazorca; por lo que, la longitud de la mazorca no fue afectada por los caracteres correlacionados. De manera general, es evidente que las correlaciones en maíz son bastante variables, (Ramírez *et al.*, 1998; Martínez *et al.*, 2010). De manera general, es evidente que las correlaciones en maíz son extremadamente variables; también se ha determinado que las correlaciones varían con el tiempo, ya que la mayoría de los caracteres de importancia económica, son de herencia cuantitativa y por lo general tienen baja heredabilidad, (Falconer citado por Martínez *et al.*, 2010).

5. CONCLUSIONES

- 5.1** En las variables evaluadas de mayor importancia agronómica se determinó que las accesiones Ac 2 (Puka rayado 155) y Ac 8 (Mishca 007B) fueron las más precoces en cuanto a días a la floración femenina (103.00 y 104.00 días, respectivamente). Para altura de planta se observó que las accesiones Ac 6 (Irutucu 156) y Ac 3 (Chillos amarillo 005) fueron las más pequeñas (210.38 cm y 215.74 cm, respectivamente). Para la variable altura de inserción de la mazorca se determinó que la Ac 6 (Irutucu 156) fue la que menor altura presentó (111.00 cm). Para variables de mazorca se observó que la accesión Ac 2 (Puka rayado 155) presentó la mayor longitud de la mazorca (13.59 cm) y para el porcentaje de desgrane se determinó que las accesiones Ac 2 (Puka rayado 155), Ac 3 (Chillos amarillo 005), Ac 4 (Amarillo 115), Ac 8 (Mishca 007B) y Ac 9 (Maíz grande 251) presentaron el mayor porcentaje (65.90 %; 69.79 %; 64.62 %; 64.77 % y 65.98 % respectivamente).
- 5.2** Se formaron dos poblaciones de maíz por selección familiar: medios hermanos y hermanos completos. La cantidad de semillas fue mayor para la población de medios hermanos que para la población de hermanos completos. Al realizar las correlaciones entre estas variables se observó una alta relación entre los caracteres DFF-DFM, AP-AIMZ, AIMZ-LH, AIMZ-AF Y AH-AF. Para los caracteres IP-PDD, LMZ-PDD existió una relación significativa, sin embargo para LMZ no presentó correlación significativa, evidenciando que las correlaciones de maíz son bastante variables.
- 5.3** Los factores que redujeron el rendimiento durante el ciclo del cultivo fueron la falta de sincronización entre floración femenina y masculina, la pérdida de área foliar ocasionado por la mancha de asfalto y la mancha norteña en todas las accesiones, el exceso de lluvias durante la etapa reproductiva de las plantas y los daños en la mazorca ocasionados por insectos, hongos, pájaros y roedores a las mazorcas. La falta de práctica para realizar la polinización manual, el ataque de *Euxesta eluta*, la alta humedad y la falta de material viable provocaron el poco éxito de los cruzamientos realizados para formar la familia de hermanos completos, por lo que existió menos cantidad de granos formados.
- 5.4** El color de grano para la población de hermanos completos fue amarillo; mientras que, para medios hermanos, aunque predominó el amarillo se observó accesiones con colores rojos (Puka sara 157B) y amarillos rayados (Puka rayado 155), que son colores propios de estas razas. Se determinó además que el color amarillo del grano, es dominante sobre el resto de colores y existió el efecto de xenia, considerado como el resultado inmediato del polen sobre el endospermo.

6. RECOMENDACIONES

- 6.1** Continuar con el siguiente ciclo agrícola de evaluación de las poblaciones de medios hermanos y hermanos completos, que se establece en el Proyecto de Mejoramiento del Maíz de la cátedra de Genotecnia Vegetal; realizando el ensayo en varias localidades para medir el avance genético logrado en los siguientes ciclos de selección, hasta obtener una nueva variedad tipo “Mishca” en los valles orientales subtropicales de Pichincha.
- 6.2** Considerar para la siembra del próximo ciclo de selección a las accesiones: Ac 2 (Puka rayado 155), Ac 3 (Chillos amarillo 005), Ac 4 (Amarillo 115), Ac 6 (Irutucu 156), Ac 8 (Mishca 007B) y Ac 9 (Guagal amarillo 251); ya que fueron los materiales que presentaron las mejores respuestas agronómicas y son de importancia genética para los siguientes ciclos de selección. Además, eliminar todas las semillas que no sean de color amarillo, ya que el amarillo es la característica principal del Mishca.
- 6.3** Complementar la base de datos pasaporte con las características agromorfológicas registradas en el ensayo de campo de las accesiones evaluadas para tener como referencia durante los siguientes ciclos de mejoramiento.

7. RESUMEN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) ha formado parte de la producción agrícola del país. Su uso varía utilizándose en grano tierno o en seco, como un ingrediente fundamental dentro de la dieta de todos los ecuatorianos. El uso de este cultivo es aprovechable, tanto en la alimentación humana como la animal, (Bravo, 2005). Dentro de las variedades de maíces suaves amarillos, hace categoría aparte en la clasificación campesina del “Mishca”, que es una variedad de maduración más rápida y de grano más suave y dulzón. Son variedades requeridas por el mercado, (Carrera, 2009). Sin embargo, las zonas de producción de este tipo de maíz, en la provincia de Pichincha están desapareciendo, debido a dos razones: el incremento del ataque de plagas durante el desarrollo y maduración del cultivo; y segundo, por la acelerada urbanización del sector debido a la construcción del nuevo aeropuerto de Quito. Para formar las dos poblaciones de maíz, en la presente investigación se utilizaron dos métodos de selección familiar intrapoblacional: selección de medios hermanos y selección de hermanos completos. Además, se evaluaron nueve accesiones de maíz tipo “Mishca” de la Colección de maíz de la Universidad Central (CMUCE), para continuar con el Proyecto de Mejoramiento de Maíz de la Facultad, obteniéndose dos poblaciones de maíz medios hermanos (MH) y hermanos completos (HC), que se utilizarán en el siguiente ciclo. Los objetivos de la presente investigación fueron: obtener una nueva variedad de maíz suave amarillo tipo “Mishca”, a partir de dos poblaciones de medios hermanos y hermanos completos; e identificar dos poblaciones de maíz tipo “Mishca”, a partir de hermanos completos y medios hermanos que presenten características de alto rendimiento y calidad.

Esta investigación se realizó en el Campo Docente Experimental la Tola (CADET), ubicada en la parroquia de Tumbaco, provincia de Pichincha a 2 465 mnsnm, con una temperatura promedio anual de 15.7 °C, y una precipitación promedio anual de 867 mm.

Se evaluaron nueve accesiones de maíz tipo “Mishca” seleccionadas a través del índice de selección de la colección de la CUMCE del ciclo anterior del cultivo. Se utilizó un diseño completamente al azar con muestra, con cuatro observaciones, la unidad experimental neta fue unq planta con competencia completa. Para estimar la relación entre los caracteres de las variables de las dos poblaciones de MH y HC se utilizó la correlación. Se analizaron quince variables de las cuales once fueron cuantitativas y cuatro cualitativas. Estas variables se observaron tanto en estado vegetativo como en reproductivo.

Dentro de los resultados obtenidos se registraron diferencias estadísticas para las variables: días a la floración masculina, días a la floración femenina, altura de planta, altura de inserción de la mazorca más alta, ancho de hoja, longitud de la mazorca y porcentaje de desgrane. No se detectó diferencias estadísticas para largo de la hoja, área foliar, índice de prolificidad ni para número de hileras por mazorca; pero si existieron diferencias matemáticas favorables.

Para la variable días a la floración masculina se identificó seis rangos de significancia estadística. Encabezando el primer rango se encontró la accesión Ac 2 (Puka rayado 155) con un promedio de 88.25 días, pudiendo considerarse como precoz; en tanto que, en el sexto rango se encontró la accesión Ac 4 (Amarillo 115) con un promedio de 131.5 días a la floración masculina, pudiendo

considerarse como una accesión tardía. Los valores obtenidos muestran la amplia heterogeneidad del material evaluado.

Para la variable días a la floración femenina se determinó siete rangos de significancia estadística. Encabezando el primer rango se encontró la accesión Ac 2 (Puka rayado 155) con un promedio de 103.00 días considerándose como precoz; mientras que, en el séptimo rango se encontró la accesión Ac 4 (Amarillo 115) con un promedio de 140.00 días, considerándose como tardía; esta variable es la más importante para seleccionar genotipos de mayor precocidad, (Ortega *et al.*, 2010).

Para la variable altura de planta se identificó dos rangos de significancia estadística. Encabezando el primer rango con la menor altura de planta se ubicó la accesión Ac 6 (Irutucu 156), con un promedio de 210.38 cm; mientras que, al final del segundo rango con la mayor altura de planta se ubicó la accesión Ac 8 (Mishca 007B) con un promedio de 301.29 cm; las plantas demasiadas altas están relacionadas con el acame, (Antonio *et al.* citado por Pecina *et al.*, 2009).

Para la variable altura de inserción a la mazorca se identificó dos rangos de significancia estadística. En el primer rango se ubicó la accesión Ac 6 (Irutucu 156) con la menor altura de inserción de la mazorca con un promedio de 121.78 cm; en tanto que, al final del segundo rango se ubicó la accesión Ac 8 (Mishca 007B) con la mayor altura de inserción de la mazorca con un promedio de 190.14 cm; las plantas con menor altura de inserción de la mazorca y que presentan su mazorca en el tercio medio de la planta, reducen el acame, facilita la cosecha y el control de plagas, (Sierra *et al.*, 2005; Díaz, 2010).

Para la variable longitud de la hoja no se detectó significancia estadística; sin embargo, se observó que la menor longitud fue para la accesión Ac 6 (Irutucu 156) con un promedio de 63.69 cm; mientras que, la mayor longitud fue para la accesión Ac 8 (Mishca 007B) con un promedio de 90.73 cm.

Para la variable ancho de hoja se identificó un solo rango de significancia estadística. Encabezando este rango se ubicó con el menor ancho de la hoja la accesión Ac 6 (Irutucu 156) con un promedio de 8.34 cm; mientras que, al final del mismo rango con el mayor ancho de la hoja se ubicó la Ac 1 (Amarillo 110A) con un promedio de 11.18 cm. De acuerdo a Paliwal (2001), el ancho de la hoja está influenciado por las condiciones ambientales y por los nutrientes en el suelo.

Para la variable área foliar no hubo significancia estadística; sin embargo, se observó que el mayor promedio fue para la accesión Ac 8 (Mishca 007B) con un área foliar de 939.00 cm²; mientras que, el menor promedio fue para la accesión Ac 6 (Iriticu 156) con un área foliar de 537.82 cm².

Para la variable índice de prolificidad no existió diferencia significativa; sin embargo, se observó que los mayores índices de prolificidad fueron para las accesiones Ac 9, Ac 8 y Ac 5 (Guagal amarillo 251, Mishca 007B y maíz grande 158B) con un promedio de 1.75 mazorcas/planta, mientras que el menor índice de prolificidad fue para la accesión Ac 1 (Amarillo 110A) con un promedio de 0.50 mazorcas/planta; esta variable depende de las condiciones ambientales, sincronización de la floración y está relacionada con el rendimiento, (Paliwal, 2001).

Para la variable longitud de la mazorca se identificó tres rangos de significancia estadística. Encabezando el primer rango con la mayor longitud de la mazorca se ubicó la accesión Ac 2 (Amarillo 110 A) con un promedio de 13.59 cm; mientras que, al final del segundo rango con la menor longitud de la mazorca se ubicó la accesión Ac 1 (Puka rayado 155) con un promedio de 8.08 cm; de acuerdo a Díaz (2010), esta variable es proporcional al rendimiento, y la diferencia entre ellas depende de la variabilidad genética entre accesiones.

Para la variable número de hileras por mazorca no hubo significancia estadística, no obstante se identificó que el menor número de hileras fue para la accesión Ac 6 (Iritucu 156) con un promedio de 7.80 hileras por mazorca; mientras que, el mayor número de hileras fue para la accesión Ac 3 (Chillos amarillo 005) con un promedio de 11.25 hileras/mazorca.

Para la variable porcentaje de desgrane se detectó dos rangos de significancia estadística. Encabezando el primer rango se ubicó la accesión Ac 3 (Chillos amarillo 005) con un promedio de 69.79 %; mientras que, al final del segundo rango se ubicó la accesión Ac 1 (Amarillo 110 A) con un promedio de 46.16%. El alto porcentaje de desgrane es de interés para los agricultores y es una característica varietal que depende de la interacción genotipo-ambiente, (Monar y Agualongo, 2003).

En cuanto a las variables cualitativas, para enfermedades foliares; de las nueve accesiones en estudio, para “mancha norteña”; dos accesiones (Ac 2 y Ac 4) presentaron infección ligera; mientras que siete accesiones (Ac 1, Ac 3, Ac 5, Ac 6, Ac 7, Ac 8 y Ac 9) presentaron infección moderada. Para mancha norteña se observó que, una accesión (Ac 4) presentó infección débil, cinco accesiones (Ac 1, Ac 3, Ac 6, Ac 7 y Ac 9) presentaron infección moderada y tres accesiones (Ac 2, Ac 5 y Ac 8) presentaron infección severa.

Para la variable cobertura de mazorcas, se observó que de las nueve accesiones evaluadas, dos accesiones (Ac 2 y Ac 7) presentaron cobertura excelente y siete accesiones (Ac 1, Ac 3, Ac 4, Ac 5, Ac 6, Ac 8 y Ac 9) presentaron cobertura regular

Para la variable daños en la mazorca, se determinó que de las nueve accesiones evaluadas, seis accesiones (Ac 2, Ac 4, Ac 5, Ac 7, Ac 8 y Ac 9) presentaron daños ligeros, y tres accesiones (Ac 1, Ac 3 y Ac 6) presentaron daños moderados.

Para la variable color de grano debido a la alta heterogeneidad entre mazorcas dentro de una misma accesión, se procedió a calificar la mazorca en forma individual en donde se determinó que de las sesenta y cuatro mazorcas evaluadas, dos mazorcas (Ac 7), presentaron granos de color blanco; cincuenta y tres mazorcas (Ac 1, Ac 2, Ac 3, Ac 4, Ac 5, Ac 6, Ac 7, Ac 8, Ac 9) presentaron granos amarillos, una mazorca (Ac 2) presentó granos de color anaranjado, cuatro mazorcas (Ac 7) presentaron granos de color rojo y, cuatro mazorcas (Ac 2, Ac 8) presentaron granos de color amarillo rayado.

Se obtuvieron dos poblaciones de maíz: medios hermanos por polinización libre y hermanos completos mediante cruzamientos manuales. Para medios hermanos, el color predominante para el grano fue el amarillo, sin embargo se observaron diferentes tipos de colores lo cual puede deberse al efecto conocido como fertilización cruzada o xenia, misma que puede ser definida como el

efecto de los genes del polen sobre el desarrollo de las semillas, (Bulant *et al.*, 2000; Villarreal *et al.*, 2010). Para la población de hermanos completos el color de grano fue amarillo y la falta de llenado del mismo en los cruzamientos realizados pudo deberse a la falta de técnica para realizar los cruzamientos manuales, por la falta de polen, por la mala sincronización entre la floración masculina y la femenina y debido a las condiciones climáticas adversas que dificultaron la polinización manual. También se debió al alto daño en las mazorcas ocasionados por la mosca del choclo (*Euxesta eluta*).

Se utilizó correlación para determinar la relación de los caracteres de las variables evaluadas, determinando una correlación altamente significativa positiva para los caracteres: DFF-DFM, AP-AIMZ, AIMZ-LH, AIMZ-AF y AH-AF cuyos valores fueron: 0.98, 0.89, 0.81, 0.85 y 0.91, respectivamente. Se detectó correlaciones significativas para los caracteres DFM-LH, DFF-LH, AP-LH, AP-AH, AP-AF, AF-NH/MZ, AIMZ-AH, LH-AH, LH-NH/MZ, IP-PDD y LMZ-PDD cuyos valores fueron: -0.60, -0.59, 0.69, 0.59, 0.70, 0.65, 0.78, 0.69, 0.70, 0.75 y 0.59, respectivamente. Para el resto de variables correlacionadas no se detectó diferencias significativas. Los coeficientes de determinación para DFM-DFM del 96.04 % y del 79.21 % para AP-AIMZ determinaron el alto grado de influencia que tiene un carácter sobre el otro. También se determinó que las variables de IP-PDD, LMZ-PDD son caracteres que están relacionados con las variables propias de la mazorca; no obstante la variable LMZ no presentó diferencia significativa, ni para las variables vegetativas ni para las de mazorca, por lo que la longitud de la mazorca no fue afectada por los caracteres correlacionados.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que:

- En las variables evaluadas de mayor importancia agronómica se determinó que las accesiones Ac 2 (Puka rayado 155) y Ac 8 (Mishca 007B) fueron las más precoces en cuanto a días a la floración femenina (103.00 y 104.00 días, respectivamente). Para altura de planta se observó que las accesiones Ac 3 (Chillos amarillo 005) y Ac 6 (Irutucu 156) fueron las más pequeñas (210.38 cm y 215.74 cm, respectivamente). Para la variable altura de inserción de la mazorca se determinó que la Ac 6 (Irutucu 156) fue la que menor altura presentó (111.00 cm). Para variables de mazorca se observó que la accesión Ac 2 (Puka rayado 155) presentó la mayor longitud de la mazorca (13.59 cm) y para el porcentaje de desgrane se determinó que las accesiones Ac 2 (Puka rayado 155), Ac 3 (Chillos amarillo 005), Ac 4 (Amarillo 115), Ac 8 (Mishca 007B) y Ac 9 (Maíz grande 251) presentaron el mayor porcentaje (65.90 %; 69.79 %; 64.62 %; 64.77 % y 65.98 %, respectivamente).
- Se formaron dos poblaciones de maíz por selección familiar: medios hermanos y hermanos completos. La cantidad de semillas fue mayor para la población de medios hermanos que para la población de hermanos completos. Al realizar las correlaciones entre estas variables se observó una alta relación entre los caracteres DFF-DFM, AP-AIMZ, AIMZ-LH, AIMZ-AF Y AH-AF. Para los caracteres IP-PDD, LMZ-PDD existió una relación significativa, sin embargo para LMZ no presentó correlación significativa, evidenciando que las correlaciones de maíz son bastante variables.

- Los factores que redujeron el rendimiento durante el ciclo del cultivo fueron la falta de sincronización entre floración femenina y masculina, la pérdida de área foliar ocasionado por la mancha de asfalto y la mancha norteña en todas las accesiones, el exceso de lluvias durante la etapa reproductiva de las plantas y los daños en la mazorca ocasionados por insectos, hongos, pájaros y roedores a las mazorcas. La falta de práctica para realizar la polinización manual, el ataque de *Euxesta eluta*, la alta humedad y la falta de material viable provocó el poco éxito de los cruzamientos realizados para formar los HC, por lo que existió menos cantidad de granos formados.
- El color de grano para la población de HC fue amarillo, mientras que para MH aunque predominó el amarillo se observó accesiones con colores rojos (Puka sara 157B) y amarillos rayados (Puka rayado 155), que son colores propios de estas razas. Se determinó además que el color amarillo del grano es dominante sobre el resto de colores y existió el efecto de xenia, considerado como el resultado inmediato del polen sobre el tejido materno, especialmente sobre el endospermo.

Además se recomienda:

- Continuar con el siguiente ciclo agrícola de evaluación de las poblaciones de medios hermanos y hermanos completos que se establece en el Proyecto de Mejoramiento del Maíz de la cátedra de Genotecnia Vegetal, realizando el ensayo en varias localidades para medir el avance genético logrado en los siguientes ciclos de selección, hasta obtener una nueva variedad tipo Mishca en los valles orientales subtropicales de Pichincha.
- Considerar para la siembra del próximo ciclo de selección a las accesiones Ac 2 (Puka rayado 155), Ac 3 (Chillos amarillo 005), Ac 4 (Amarillo 115), Ac 6 (Irutucu 156), Ac 8 (Mishca 007B) y Ac 9 (Guagal amarillo 251); ya que fueron los materiales que presentaron las mejores respuestas agronómicas y son de importancia genética para los siguientes ciclos de selección. Además eliminar todas las semillas que no sean de color amarillo, ya que el amarillo es la característica principal del Mishca.
- Complementar la base de datos pasaporte con las características agromorfológicas registradas en el ensayo de campo de las accesiones evaluadas para tener como referencia durante los siguientes ciclos de mejoramiento.

SUMMARY

The crop of corn (*Zea mays* L.) has been part of the activities in the agricultural production of Ecuador. The use of this crop is profitable, so much in the human feeding as the animal, (Bravo, 2005). Inside the varieties of yellow soft corns, make separate category in the rural classification the “Mishca” that is a variety of quicker maturation and of softer grain and sweet. They are varieties required by the market, (Carrera, 2009). However, the areas of production of this type of corn, in the county of Pichincha are disappearing; two are the reasons: the increment of the attack of plagues during the development and maturation of the crop and second, for the quick urbanization of the sector due to the construction of the new airport of Quito. To form the two populations of corn, in the present investigation two methods of selection family intrapoblacional were used: selection of half-sib and full-sib selection. With this perspective, in the present investigation nine accessions of corn type “Mishca” were evaluated of the Collection of corn of the Central University (CMUCE), to continue with the Project of Breeding of Corn of the Faculty, being obtained two populations of corn half-sib (HS) and full sib (FS) that will be used in the following cycle. The objectives of the present investigation were: obtain a new variety of corn soft yellow type “Mishca” starting from two populations of HS and FS, and identify two populations of corn type “Mishca”, starting from HS and FS that present characteristic of high yield and quality.

This investigation was carried in the “Campo Docente Experimental La Tola” (CADET), located in the parish of Tumbaco, county of Pichincha to 2 465 mnsnm, with a temperature averages yearly of 15.7 °C, and a precipitation annual average of 867 mm.

Nine accessions of corn type “Mishca” were evaluated selected through the index of selection of the collection of the CUMCE in the cycle previous of the crop. Was used a design totally at random with sample, with four observations; the net experimental unit was one plant with complete competition. To estimate the relationship between the characters of the variables of the populations of half-sib and full-sibs the correlation were used. Fifteen variables were analyzed of which eleven were quantitative and four qualitative. These variables were observed so much in vegetative state as in reproductive.

The obtained results registered statistical differences for the variables: days to the masculine flowering, days to the feminine flowering, plant height, of insert of the highest ear, wide of leaf, longitude of the ear and percentage of it threshes. Not detected statistical differences for long of the leaf, area to foliate, prolificidad index neither it stops number of arrays for ear; but if favorable mathematical differences existed.

For the variable days to the masculine flowering were identified six ranges of statistical significance. Heading the first range was the accession Ac 2 (Puka rayado 155) with an average of 88.25 days being able to be considered as precocious, as long as in the sixth range was the accession Ac 4 (Amarillo 115) with an average of 131.50 days; to the masculine flowering being able to be considered like a late accession, the obtained results show the wide heterogeneity of the valued material.

For the variable days to the feminine flowering were determined seven ranges of statistical significance. Heading the first range was the accession Ac 2 (Puka rayado 155) with an average of

103.00 days considering you as precocious, while in the seventh range was the accession Ac 4 (Amarillo 115) with an average of 140.00 days considering you as late; this variable is the most important to select genotypes of more precocity, (Ortega *et al.*, 2010).

For the variable plant height it was identified two ranges of statistical significance. Heading the first range with the smallest plant height the was located the accession Ac 6 (Irutucu 156), with an average of 210.38 cm, while at the end of the second range with the biggest plant height was located the accession Ac 8 (Mishca 007B), with an average of 301.29 cm; the high too many plants are related with the one it flattens, (Antonio *et al.* mentioned by Pecina *et al.*, 2009).

For the variable insert height to the ear was identified two ranges of statistical significance. In the first range was located the accession Ac 6 (Irutucu 156) with the smallest height in insert of the ear with an average of 121.78 cm, as long as at the end of the second range was located the accession Ac 8 (Mishca 007B) with the biggest height in insert of the ear with an average of 190.14 cm; the plants with smaller height of insert of the ear reduce the flattens, it facilitates the crop and the control of plagues, (Díaz, 2010).

For the variable length of leaf statistical significance it was not detected, however it was observed that the smallest longitude was for the accession Ac 6 (Irutucu 156) with an average of 63.69 cm, while the biggest longitude was for the accession Ac 8 (Mishca 007B) with an average of 90.73 cm.

For the variable width of leaf a single range of statistical significance was identified. Heading the first range can observe with the smallest width in the leaf was located the accession Ac 6 (Irutucu 156) with an average of 8.34 cm, as long as at end of this range the biggest width in the leaf was Ac 1 (Amarillo 110A) with an average 11.18 cm. According to Paliwal (2001), the width of the leaf is influenced by the environmental conditions and for the nutrients in the floor.

For the variable area to foliate didn't have statistical significance, however it was observed that the biggest average was for the accession Ac 8 (Mishca 007B) with an area to foliate of 939.00 cm²; while the smallest average was for the accession Ac 6 (Irutucu 156) with an area to foliate of 537.82 cm².

For the index variable of prolificidad significant difference didn't exist, however it was observed that the biggest prolificidad indexes they were for the accessions Ac 9, Ac 8 and Ac 5 (Guagal amarillo 251, Mishca 007B and Maíz grande 158B) with an average of 1.75 ear/plant, while the smallest prolificidad index was for the accession Ac 1 (Amarillo 110A) with an average of 0.50 ear/plant, this variable depends on the environmental conditions, synchronization of the flowering and it is related with the yield, (Paliwal, 2001).

For the variable length of the ear it was identified three ranges of statistical significance. Heading the first range with the biggest length of the ear was the accession Ac 2 (Amarillo 110A) with an average of 13.59 cm, while at the end of the second range with the smallest length of the ear was located the accession Ac 1 (Puka rayado 155) with an average of 8.08 cm; according to Díaz (2010), this variable is proportional to the yield, and the difference among them depends on the genetic variability among accessions.

For the variable number of arrays for ear didn't have statistical significance, nevertheless it was identified that the smallest number of arrays was for the accession Ac 6 (Irutucu 156) with an average of 7.80 arrays/ear, while the biggest number of arrays was for the accession Ac 3 (Chillos amarillo 005) with an average of 11.25 arrays/ear.

For the variable percentage of threshes was detected two ranges of statistical significance. Heading the first range was located the accession Ac 3 (Chillos amarillo 005) with an average of 69.79 % while at the end of the second range the accession Ac 1 were located (Amarillo 110A) with an average of 46.16 %; the high percentage of it threshes it is of interest for the farmers and it is a characteristic varietal that depends on the interaction genotype-atmosphere, (Monar and Aqualongo, 2003).

For the qualitative variables, of the nine accessions in study, for foliars disease it stains of asphalt, two accessions (Ac 2 and Ac 4) presented slight infection and seven accessions (Ac 1, Ac 3, Ac 5, Ac 6, Ac 7, Ac 8 and Ac 9) presented moderate infection For northern stain it was observed that one accession (Ac 4) presented weak infection, five accessions (Ac 1, Ac 3, Ac 6, Ac 7 and Ac 9) presented moderate infection and three accessions (Ac 2, Ac 5 and Ac 8) presented severe infection. For the variable covering of ears, it was observed that of the nine valued accessions, two accessions (Ac 2 and Ac 7) presented excellent covering and seven accessions (Ac 1, Ac 3, Ac 4, Ac 5, Ac 6, Ac 8 and Ac 9) presented regular covering.

For the variable damages in the ear, it was determined that of the nine valued accessions, for the northern stain, six accessions (Ac 2, Ac 4, Ac 5, Ac 7, Ac 8 and Ac 9) presented slight damages and, three accessions (Ac 1, Ac 3 and Ac 6) presented moderate damages For the variable grain color due to the high heterogeneity among ears inside oneself accession, you proceeded to qualify the ear in form singular where was determined that of the sixty four valued ears, two presented grains of white color, fifty three presented yellow grains, one presented grains of orange color, four presented grains of red color and, four presented grains of lined yellow color.

Two populations were obtained: half sib (HS) for the natural pollination, and full sib (FS) for manual pollination. For HS, the predominant color for the grain was the yellow; however different types of colors were observed that which can be due to the well-known effect as crossed fertilization or xenia, same that can be defined as the effect of the genes of the pollen on the development of the seeds, (Bulant *et al.*, 2000; Villarreal *et al.*, 2010). For HS, the grain color was yellow and the lack of having filled with the same one in the realized crossings could be due to the lack of pollen, bad synchronization between the masculine flowering and the feminine one due to the adverse climatic conditions that hindered the manual pollination. It is also due to the high damage in the ears caused by the fly of the ear *Euxesta eluta*.

Correlation was used to determine the relationship of the characters analyzed. A positive highly significant correlation was determined for the characters: DFF-DFM, AP-AIMZ, AIMZ-LH, AIMZ-AF and AH-AF whose values were: 0.98, 0.89, 0.81, 0.85 and 0.91, respectively. It was detected significant correlations for the characters DFM-LH, DFF-LH, AP-LH, AP-AH, AP-AF, AF-NH/MZ, AIMZ-AH, LH-AH, LH-NH/MZ, IP-PDD and LMZ-PDD whose you value were:-0.60, -0.59, 0.69, 0.59, 0.70, 0.65, 0.78, 0.69, 0.70, 0.75 and 0.59, respectively. For the rest of correlated variables it was not detected significant differences. Of the correlations positive highly

significant, ready interest the high relationship between DFF-DFM and AP-AIMZ, this can define as a positive aspect for the selection, since one could wait a reduction of the same ones, with a gain in time of maturation and in plant size. The coefficients of determination for DFM-DFF of 96.04 % and of 79.21 % for AP-AIMZ determined the high influence grade that has a character on the other one. It was also determined that the variables of IP-PDD, LMZ-PDD is characters that are related with the variables characteristic of the ear; nevertheless the variable LMZ didn't present significant difference, neither for the vegetative variables neither for those of the ear, for what the longitude of the ear was not affected by the correlated characters.

According to the obtained results, the conclusions are:

- Of the valued variables of more agronomic importance was determined that the accessions Ac 2 (Puka rayado 155) and Ac 8 (Mishca 007B) they were the most precocious as for days to the feminine flowering (103.00 and 104.00 days, respectively). For plant height it was observed that the accessions Ac 6 (Irutucu 156) and Ac 3 (Chillos amarillo 005) were the smallest (210.38 cm and 215.74 cm respectively). For the variable height of insert of the ear it was determined that the Ac 6 (Irutucu 156) the one that smaller height presented was (111.00 cm). For ear variables it was observed that the accession Ac 2 (Puka rayado 155) it presented the biggest longitude in the ear (13.59 cm) and for the percentage of it threshes it was determined that the accessions Ac 2 (Puka rayado 155), Ac 3 (Chillos amarillo 005), Ac 4 (Amarillo 115), Ac 8 (Mishca 007B) and Ac 9 (Maíz grande 251) they presented the biggest percentage (65.90 %, 69.79 %, 64.62 %, 64.77 % and 65.98 %, respectively).
- Two populations of corn were formed for family selection: half sib (HS) and full sib (FS). The quantity of seeds was bigger for the population of HS than for the FS. When carrying out the correlations among these variables a high relationship it was observed among the characters DFF-DFM, AP-AIMZ, AIMZ-LH, AIMZ-AF AND AH-AF. For the characters IP-PDD, LMZ-PDD existed a significant relationship, however for LMZ it didn't present significant correlation, evidencing that the correlations of corn are quite variable.
- The factors that reduced the yield during the cycle of the cultivation were the synchronization lack among feminine and masculine flowering, the area loss to foliate caused by the asphalt stain and the northern stain in all the accessions, the excess of rains during the reproductive stage of the plants and the damages in the ear caused by insects, mushrooms, birds and rodents to the ears. The practice lack to carry out the manual pollination, the attack of *Euxesta eluta*, the high humidity and the lack of viable material caused the little success of the realized crossings to form the HC, for what less quantity of formed grains existed.
- The grain color for the population of FS was yellow, while HS stops the yellow it prevailed however one could observe that accessions existed with red colors (Puka sara 157B) and lined yellow (Puka rayado 155) that are colors characteristic of these races. It was also determined that the yellow grain color is dominant on the rest of colors and there is the xenia effect that is the immediate effect of the pollen on the maternal fabric, especially on the endosperm.

Also recommended:

- To continue with the following agricultural cycle of the populations' of half sib evaluation and full sib that settles down in the Program of Breeding of the Corn of the class of Genotecnia, is also recommended to carry out the rehearsal in several towns to be able to measure the obtained genetic advance during the selection cycles, until obtaining a new variety type "Mishca" in the subtropical oriental valleys of Pichincha.
- Consider for the seed from the next selection cycle to the accessions Ac 2 (Puka rayado 155), Ac 3 (Chillos amarillo 005), Ac 4 (Amarillo 115), Ac 6 (Irutucu 156), Ac 8 (Mishca 007B) and Ac 9 (Guagal Amarillo 251); because are material that presented the best agronomic answers and they are of genetic importance for the following selection cycles. Also eliminate all the seeds those are not of yellow color, since the yellow is the main characteristic of the Mishca.
- To supplement the database passport with the characteristic agro morphologic registered in the rehearsal of field of the valued accessions to have like reference during the following cycles of improvement.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA, R.; RÍOS, H.; VERDE, G.; POMAGUALLI, D. 2003. Evaluación morfoagronómica de la diversidad genética de variedades locales de maíz (*Zea mays* L.) en la Palma, Pinar del Río. Cultivos Tropicales 24 (4): 61-67
2. ALFARO, J.; SEGOVIA, S., V. 2009. Formación, evaluación y descripción del híbrido simple de maíz (*Zea mays* L.) amarillo INIA 21. Revista UDO Agrícola 9 (3): 499-508
3. ANDRADE, H. 2010. Métodos de mejora genética en maíz (*Zea mays*). IASA-1. Cátedra de Fitomejoramiento (consulta de clase)
4. _____. 2012. Mejoramiento de la productividad del cultivo de maíz (*Zea mays*) en los valles orientales subtropicales en la provincia de Pichincha, Macroproyecto, Quito, Universidad Central del Ecuador. (documento no publicado)
5. BEJARANO, M. A.; SEGOVIA, V.; MORENO, H. 1992. Evaluación del rendimiento y caracteres de planta y mazorca en familias de Hermanos Completos de la variedad de maíz dulce "Riqueza". Agronomía Tropical 42(3-4): 151-162
6. BRAVO, A. 2003. Maíz, sustento y cultura en América Latina: el maíz en Ecuador. BIODIVERSIDAD – Redes. Montevideo, UY. t 1.
7. BULANT, C.; GALLAIS, A.; MATTHYS-ROCHON, E.; PRIOUL, J.L. 2000. Xenia effects in maize with normal endosperm ii. kernel growth and enzyme activities during grain filling. Crop Science 40:182-189
8. CAMACHO, R.G.; GARRIDO, O.; LIMA, M.G. 1995. Caracterización de nueve genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en relación a área foliar y coeficiente de extinción de luz. Science Agrícola. 52(2): 294-298
9. CARRERA J. 2009. Los colores del maíz: Agrobiodiversidad Campesina del maíz en el Ecuador. (en línea). Consultado 01 feb. 2013. Disponible en www.redsemillas.org/doc/.../52-75_los_colores_del_maiz.pdf.
10. CATHME R, MB. 2010. Evaluación de la resistencia de poblaciones locales de maíz (*Zea mays* L.) de Cotacachi y Saraguro a mancha norteña de la hoja (*Exserohilum turcicum*). Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 115 p.
11. CHÁVEZ, R.; SCHIMIDT, W.; MARTÍNEZ, K.; FLORES, J.; TAMAYO, H.; ADUVIRI, M.; GUTIÉRREZ, G.; YUFRA, V.; SEGOVIA, O.; GARCÍA, A. 2005. Espectro de variabilidad genética del germoplasma nativo de maíz (*Zea mays* L.) de la zona altoandina del sur del Perú. Revista Idesia 23 (3): 49-69
12. CHÁVEZ, A. 1995. Mejoramiento de plantas 2: Métodos específicos de plantas alógamas. México DF., MX. Trillas. 143 p.

13. CHIPANTASI, S. 2004. Evaluación del comportamiento agronómico de 36 líneas S2 de maíz amarillo semiduro precoz (*Zea mays* L.) derivadas de la cruce poblacional 86 X población amarillo duro tardío. Uyumbicho. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central de Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.
14. CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, MX).1990. Desarrollo, mantenimiento y multiplicación libre. México DF., MX. 11p.
15. _____. 1991. Programa de ensayos internacionales de maíz. Informe preliminar. México DF., MX. 405 p.
16. _____. 1995. Manejo de los ensayos e informe de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz. México, MX. (en línea). Consultado 01 feb. 2013. Disponible en <http://libcatalog.cimmyt.org/download/cim/81069.pdf>
17. _____. 1999. Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de polinización libre: Programa de maíz. 2 ed. México DF., MX. 93 p.
18. CLAURE, I. T.; MÁRQUEZ, S. F. 1984 Mejoramiento del maíz en Bolivia por selección masal y selección combinada de medios hermanos. Agrociencia 58: 191-203
19. COUTIÑO, E.; SÁNCHEZ, G.; VIDAL, V. 2008. Selección entre y dentro de familias de hermanos completos de maíz en Chiapas, México. Fitotecnia Mexicana 31 (2): 115-123
20. COYAC, J.L. 2011. Parámetros genéticos y respuestas a la selección en la población de maíz ZAC. 58 original y en su versión mejorada por selección masal. Tesis Mag Sc. México: Colegio de Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad Genética, Campus Montecillo Texcoco. México. 187 p.
21. CUBERO, J. 2003. Introducción a la Mejora Genética Vegetal. 2 ed. Madrid, ES. Mundi-Prensa. 320 p.
22. CUICHÁN, M. 2012. Evaluación preliminar del comportamiento agronómico y calidad de las accesiones de la colección de maíz (*Zea mays* L.) criollo mishca. Ascázubi. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 86 p.
23. CRUZ, J. 2004. Evaluación del comportamiento agronómico de 36 líneas S2 de la población de maíz (*Zea mays* L.) amarillo semi-duro tardío. Uyumbicho. Pichincha. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 91 p.
24. DE LA CRUZ, L.; CÓRDOVA, H.; ESTRADA, M.A.; MENDOZA, M.J.; GÓMEZ, A.; BRITO, N.P. 2009. Rendimiento de grano de genotipos de maíz sembrados bajo tres densidades de población. Uciencia. 25(1): 93-98 p. Consultado 01 feb. 2013. Disponible en <http://www.universidadyciencia.ujat.mx/sistema/documentos/volumenes/25-1-2009/7-360.pdf>
25. DE LA CRUZ, L.; CASTAÑÓN, G.; BRITO, N.; GÓMEZ, A.; ROBLEDO, V.; DEL RÍO, L. A.J. 2009. Heterosis y aptitud combinatoria de poblaciones de maíz tropical. Revista Phytion 79 (1) 127-133

26. DÍAZ, A. 2010. Primer ciclo de selección de 162 familias de medios hermanos de maíz negro y de 120 de maíz chulpi (*Zea mays* L.) de la sierra ecuatoriana, en Tunshi, parroquia Licto, Provincia de Chimborazo. Tesis Ing. Agr. Riobamba, EC. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. 84 p.
27. DÍAZ, V. T.; PÉREZ, D. N.; PÁEZ, F.; LÓPEZ, A.; PARTIDAS, L. 2007. Evaluación del crecimiento del maíz (*Zea mays* L.) en función de dos técnicas de riego y diferentes niveles de nitrógeno. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 16(4): 84-87
28. ESPINOSA, A. T.; TURRENT, A.; GÓMEZ, N. 2009. El potencial de las variedades nativas y mejoradas del maíz. *Ciencias* 92-93:118-125
29. ESTRELLA, E. 1998. El pan de América, Etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador. Quito, EC. s.e. 257 p.
30. FUI (Fundación Universitaria Iberoamericana.). 2012. Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos: maíz amarillo mishca (en línea) Quito, EC. Consultado 01 feb. 2013. Disponible en <http://composicionnutricional.com/alimentos/MAIZ-HARINOSO-MISHCA-SIERRA-5>
31. GARCÍA, Z.; LÓPEZ, R.; MOLINA, G.; CERVANTES, S. 2002. Selección masal visual estratificada y de familias de medios hermanos en una cruce intervarietal F 2 de maíz. *Fitotecnia Mexicana* 25 (4): 387-391
32. GARCÍA, P.; SAN VICENTE, F.; QUIJADA, P.; BEJARANO, A. 1999. Respuesta a la selección recurrente de familias de hermanos completos, en poblaciones tropicales de maíz. *Agronomía Tropical* 49(1): 19-40 p. Consultado 01 feb. 2013. Disponible en http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:jh4tGWyH9t0J:scholar.google.com/+altura+de+planta+maiz&hl=es&as_sdt=0&as_ylo=2008
33. HALLAUER, A.; MIRANDA, J.B. 1988. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. 2 ed. Iowa, US: Iowa State Univ. Press. Ames, Io. 468 p.
34. HERRERA, B.; CASTILLO, F.; SÁNCHEZ, J.; ORTEGA, R.; GOODMAN, M. 2000. Caracteres morfológicos para valorar la diversidad entre poblaciones de maíz en una región: Caso la raza Chalqueño. *Fitotecnia Mexicana* 23:335-354
35. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 1991. Experiencias en el cultivo de maíz en el área andina. Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de tecnología agropecuaria para la subregión andina. Quito, EC. p 125-128
36. ILSI (International Life Sciences Institute). 2006. Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal: Aplicaciones del maíz en la tecnología alimentaria (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado 01 feb. 2013. Disponible en <http://www.ilsiarArgentina.com/cvfh548/dihtyTR>
37. INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, EC). 2011. Visualizador de estadísticas agropecuarias del Ecuador ESPAC. (En línea). Quito: Consultado 01 feb. 2013. Disponible en www.ecuadorencifras.com/lcds-samples/testdrive-remoteobject/main.Html

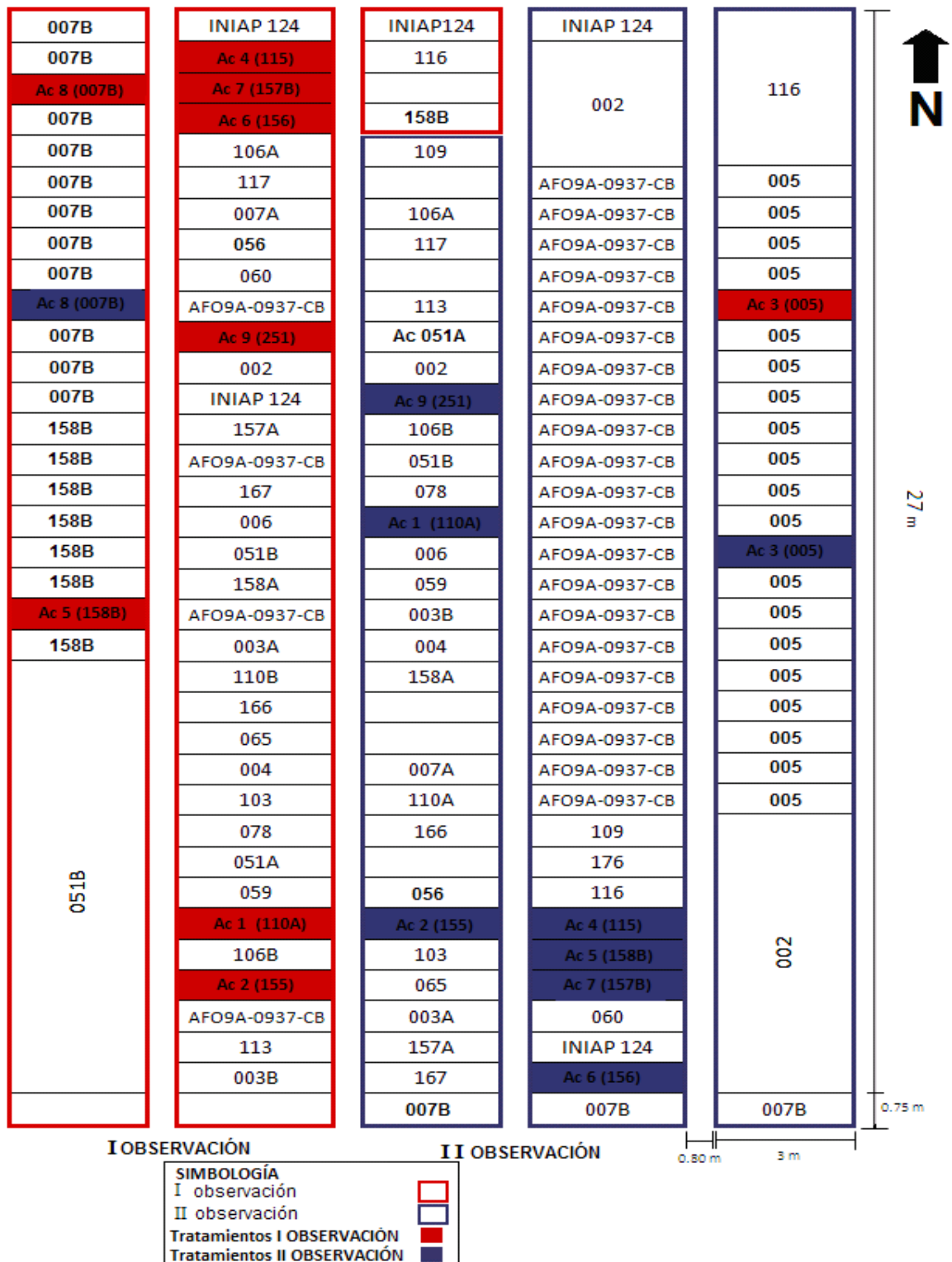
38. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, EC.). 1998a. Control de gusano de la mazorca de maíz mediante el uso de aceite vegetal. Quito, EC. Plegable divulgativo N° 166. 2 p.
39. _____. 1998b. Programa de maíz: Informe anual 1997. Quito EC. (en línea). Consultado 01 feb. 2013. Disponible en http://www.preduza.org/ma3_9.htm
40. _____. 2002. INIAP-124. Nueva variedad de maíz amarillo harinoso mishca mejorado. Quito, EC. Plegable divulgativo N° 292. 2p
41. _____. 2005. Informe técnico anual 2004. Produccion de semilla de calidad de variedades mejoradas. Quito, EC. p. 1-38
42. IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute, IT). 1991. Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Rome, IT. 88 p.
43. JUGENHEIMER, R. 1990. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla. México DF., MX. Limusa. 120 p.
44. MÁRQUEZ, F. 1985. Genotecnia vegetal: Métodos-Teoría-Resultados. México DF., MX. AGT. 357 p.
45. MARTÍNEZ, M.; ORTÍZ, H.; RÍOS, H.; ACOSTA, R. 2010. Análisis de las correlaciones en poblaciones cubanas de maíz. Cultivos Tropicales. 31(2): 82-91
46. MEDINA, S.; SEGOVIA, V. 1995. Evaluación de variedades experimentales de maíz en la región nor-oriental del Estado Guárico-Venezuela. Agronomía Trop. 46(2):171-187
47. MENDOZA, M.; OYERVIDES, A.; LATOURNERIE, L.; DE LEÓN, H. 2000. Selección recurrente en maíz para el trópico húmedo. Agronomía Mesoamericana 11 (1): 89-93
48. MOLINA, J. 1992. Introducción a la genética de poblaciones y cuantitativa (algunas implicaciones en genotecnia). México DF., MX. AGT. 257 p.
49. MONAR, A.N.; AGUALONGO M.L. 2003. Fertilizacion química en maíz guagal mejorado INIAP 111 (*Zea mays* L.) en dos tipos de labranza en las localidades de Tagma y la Chima, provincia de Bolívar. Tesis Ing. Agr. Guaranda, EC. Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 124 p.
50. NOROÑA, J. 2008. Caracterización y evaluación agromorfológica de 64 accesiones de maíz negro y 27 accesiones de maíz chulpi (*Zea mays* L.) Colectadas en la Sierra Ecuatoriana. Santa Catalina. Amaguaña Pichincha. Tesis Ing. Agr. Latacunga EC. Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias Ambientales y Veterinarias. 116 p.
51. OROZCO, L. J. 2010. Evaluación bioagronómica de una variedad y cinco híbridos de maíz duro (*Zea mays* L.), en el sector La Colombina, cantón Alausí. Tesis Ing. Agr. Riobamba EC. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. 119 p.

52. ORTEGA, G. C.; ORTEGA, B. F.; TORRES, M. F.; LAGOS, B. T. 2010. Comportamiento agronómico de siete genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de clima medio en el departamento de Nariño. *Revista de Agronomía*. 27 (1): 18-26
53. ORTIZ, E.; CARBALLO, A.; MUÑOZ, A.; GONZÁLEZ, F.V. 2010. Efecto de la dispersión de polen en la producción de semilla de maíz, en Texcoco, México. *Agronomía Mesoamericana*. 21 (2): 87-93
54. OTAHOLA, G. V.; RODRÍGUEZ, Z. 2001. Comportamiento agronómico de maíz (*Zea mays* L.) tipo dulce bajo diferentes densidades de siembra en condiciones de sabana. *Revista UDO Agrícola* 1(1): 18-24
55. PALIWAL, R. 2001. Maíz en los Trópicos: Mejoramiento y Producción (en línea). FAO. Roma. 392 p. Consultado 01 feb. 2013. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s05.htm>
56. PANDEY, S.; GARDNER, C. 1992. Recurrent selection for population, variety and hybrid improvement in tropical maize. *Advantage. Agronomy*. 48: 1-87
57. PARSONS, D. 2001. Maíz: manuales para la educación agropecuaria. México DF., MX. Trillas. 89 p.
58. PASTAS, A. 2011. Evaluación de la variabilidad de maíz (*Zea mays* L.) de Cotacachi y Saraguro. Cotacachi, Imbabura. Tesis Ing. Agr. Quito EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 82 p.
59. PECINA, M.; MENDOZA, M.; LÓPEZ, S.; CASTILLO, G.F.; MENDOZA, R. 2009. Respuesta morfológica y fenológica de maíces nativos de Tamaulipas a ambientes contrastantes de México. *Agrociencia* 43 (7): 681-694 p.
60. POEHLMAN, J. 1986. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Trad por HH INC. 9 ed. Missouri, US. Limusa. 597 p.
61. RAMÍREZ, J.L.; RON, J.; SÁNCHEZ, J.; GARCÍA, A.; MOYA, J. 1998. Aptitud combinatoria general y correlaciones fenotípicas entre líneas y mestizos de maíz. *Agronomía Mesoamericana* 9(2): 69-76
62. _____. RON, J.; SÁNCHEZ, J.J.; CHUELA, M. 2000. Selección recurrente en la población de maíz subtropical PABGT-CE, Jalisco. *Agrociencia* 34 (1) 67-79
63. REYES C, P. 1985. Fitogenotecnia Básica y Aplicada. México DF., MX. AGT. 185 p.
64. RIVAS, V. P.; VIRGEN, V. J.; ROJAS, M. I.; CANO, S. A.; AYALA, E. V. 2011. Evaluation of ear rot in hybrid maize in high valleys. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2 (6): 845-854
65. ROSAS S, J.C.; GALLARDO, G. J.; JIMÉNEZ, T. 2006. Mejoramiento de maíces criollos de Honduras mediante la aplicación de metodologías de fitomejoramiento participativo. *Agronomía Mesoamericana* .17: 383-392

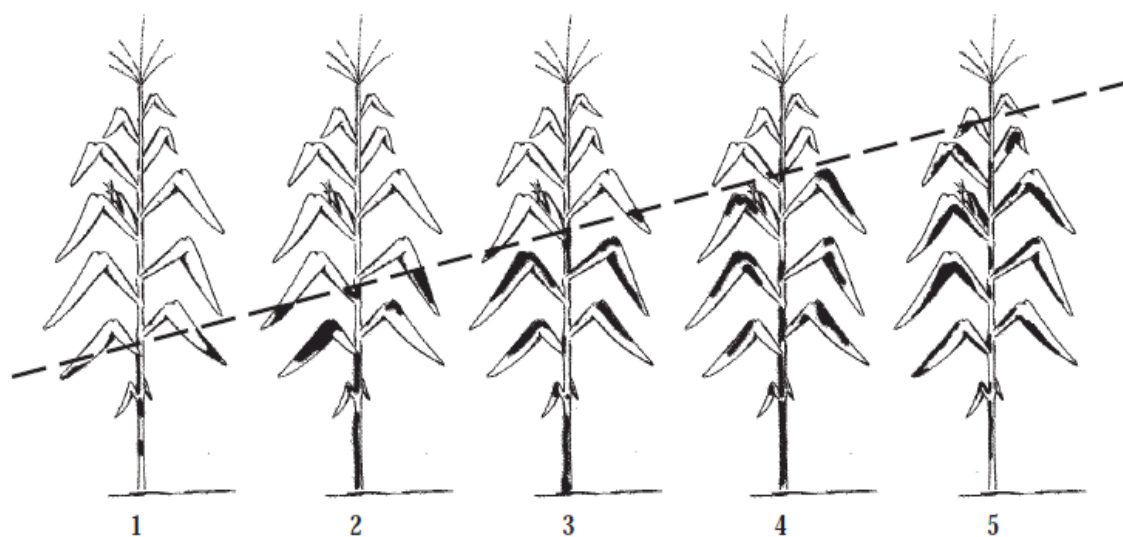
66. SÁNCHEZ, R. 1991. *Genética Elemental y Fitomejoramiento Práctico*. México DF., MX. Limusa. 477 p.
67. SEVILLA, L. 1995. *El cultivo de maíz y su distribución en los Andes*. México DF., MX. Limusa. 125 p.
68. SIERRA, M.; PALAFOX, A.; ESPINOZA, A.; CABALLERO, F.; RODRÍGUEZ, S.; BARRÓN, E.; VALDIVIA, R. 2005. Adaptabilidad de híbridos triples de maíz y de sus progenitores para la región del sureste de México. *Agronomía Mesoamericana* 16: 13-18
69. SUÁREZ, C. 1996. La mancha de asfalto en el cultivo de maíz. *Revista informativa del INIAP*, no. 7 12-13
70. SWANSON, R.A.; HIA, Y.; DECOOK, R.; BORSUK, L. A.; NETTLETON, D.; SCHNABLE, P. 2006. All possible modes of gene action are observed in a global comparison of gene expression in maize F1 hybrid and its inbred parents. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 103(18):6805-6810 p. Consultado 01 feb. 2013. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0568-25172007000100004&script=sci_arttext
71. TIMOTHY, D.H.; HEATHEWAY, W.H.; GRANT, U.J.; TORREGROZA, C. M.; SARRIA V. D.; VARELA, A. D. 1963. *Races of maize in Ecuador*. National Academy of Sciences. National Research Council. Washington, D.C. 160 p.
72. TURRENT, E. A.; CORTÉS, F. J.; ESPINOSA, C A.; SERRATOS, H. J.; MEJÍA, A. 2011. Diferencias entre el mejoramiento genético clásico del maíz y el mejoramiento por ingeniería genética. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2 (6): 955-969
73. VILLARREAL, A; RODRÍGUEZ-HERRERA, R; REYES-VALDÉS, H; ESPINOSA-VELÁZQUEZ, J y CASTILLO-REYES, F. 2010. Xenia y su relación con la poliembrionía en maíz. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila* 2(3): 257-264 p. Consultado 01 feb. 2013. Disponible en http://www.postgradoeinvestigacion.uadec.mx/Documentos/AQM/AQM3/6.-%20Villarreal-herrera_Xenia.pdf
74. WEYHRICH, R.; LAMKEY, R.; HALLAUER, R. 1998. Responses to seven methods of recurrent selection in the BS1 1 maize population. *Crop Science* 38: 308-321 p. Consultado 01 feb. 2013. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/610/61015520002.pdf>
75. YÁNEZ, C. 2003. *Catálogo De Germoplasma De Recursos Genéticos De Maíces De Altura Ecuatorianos*. Programa de maíz. Quito, EC. INIAP. p 2-10

9. ANEXOS

Anexo 1. Disposición del ensayo en el campo

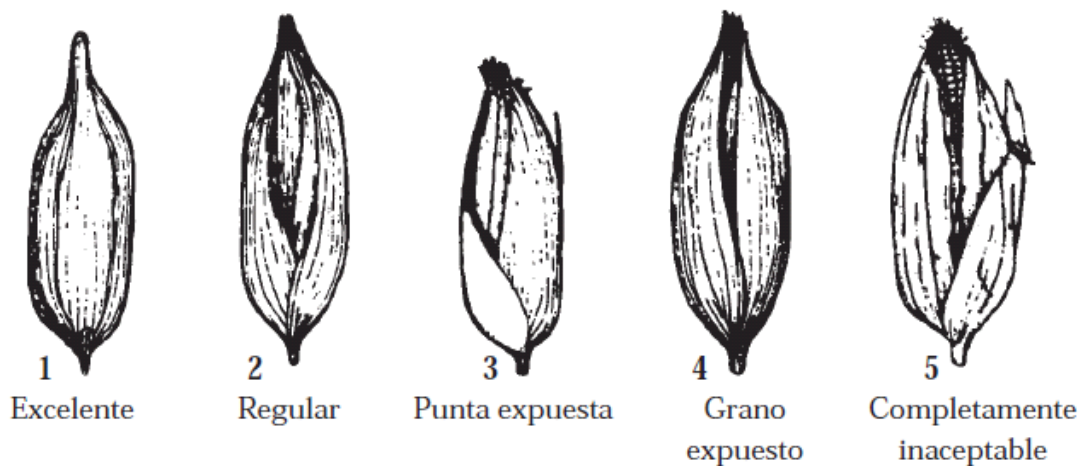


Anexo 2. Escala de calificación para enfermedades foliares



Valor	Significado
1	Infección débil
2	Infección ligera
3	Infección moderada
4	Infección severa
5	Infección muy severa

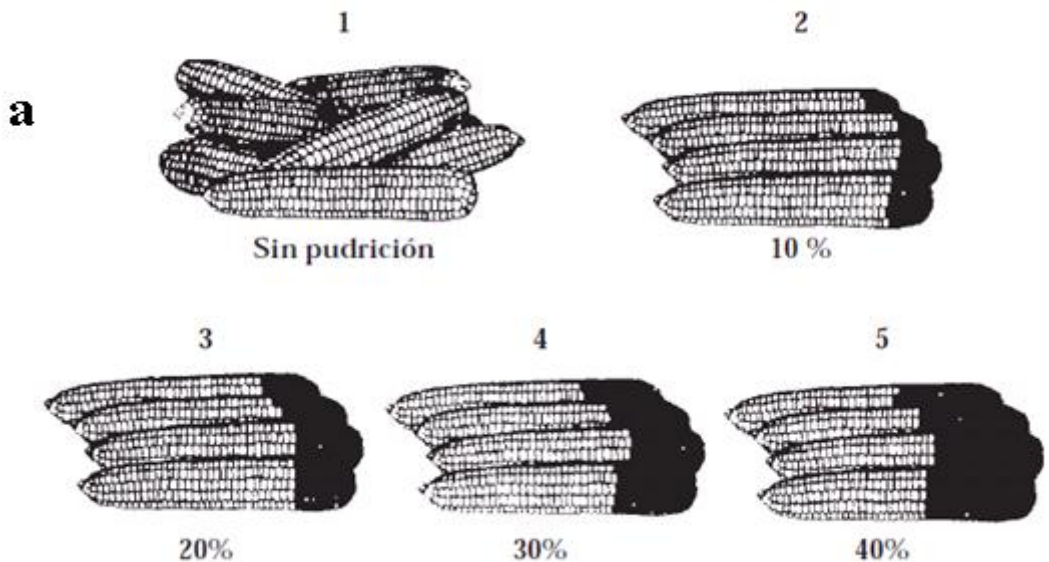
Anexo 3 Escala de calificación para cobertura de mazorca



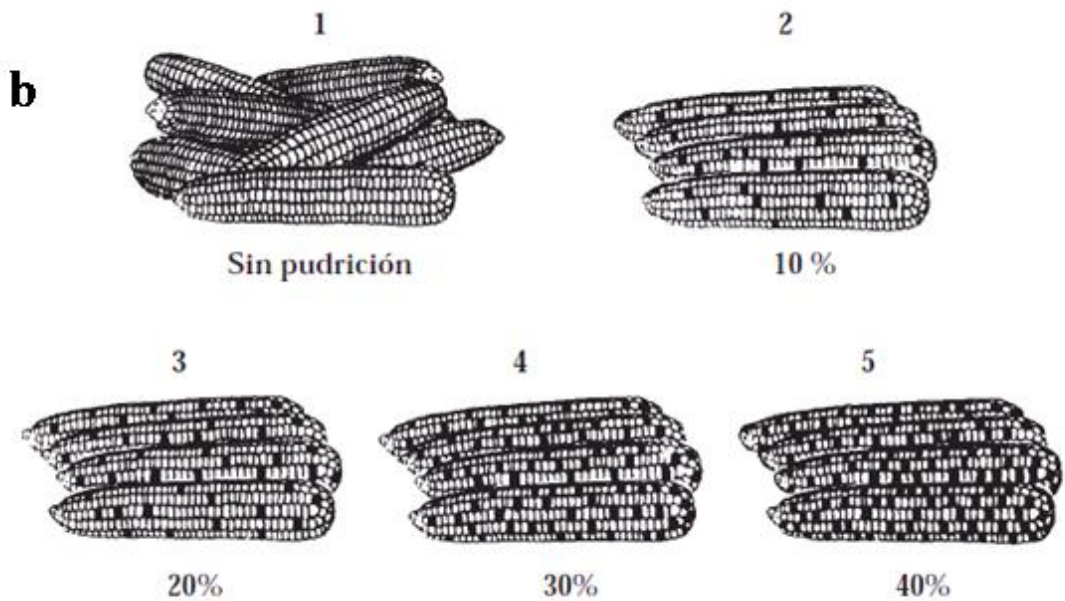
Escala de calificación	Cobertura por las brácteas
1 Excelente	Las brácteas cubren apretadamente la punta de la mazorca y se extienden más allá de ella.
2 Regular	Cubren apretadamente la punta de la mazorca.
3 Punta expuesta	Cubren flojamente la mazorca hasta la punta.
4 Grano expuesto	Las brácteas no cubren la mazorca adecuadamente y dejan la punta algo expuesta.
5 Completamente inaceptable	Cobertura deficiente; la punta está claramente expuesta.

Anexo 4. Escala de calificación para la evaluación de daños en la mazorca ocasionada por hongos.

Escala	significado
1	0% de granos infectados
2	20% de granos infectados
3	30% de granos infectados
4	50% de granos infectados



a. Escala de calificación de las pudriciones de mazorca que comienzan desde la base de la mazorca, como las causadas por *Diplodia* y la pudrición gris. La infección también puede comenzar en la punta de la mazorca, como en la pudrición provocada por *Gibberella* (*Fusarium*).



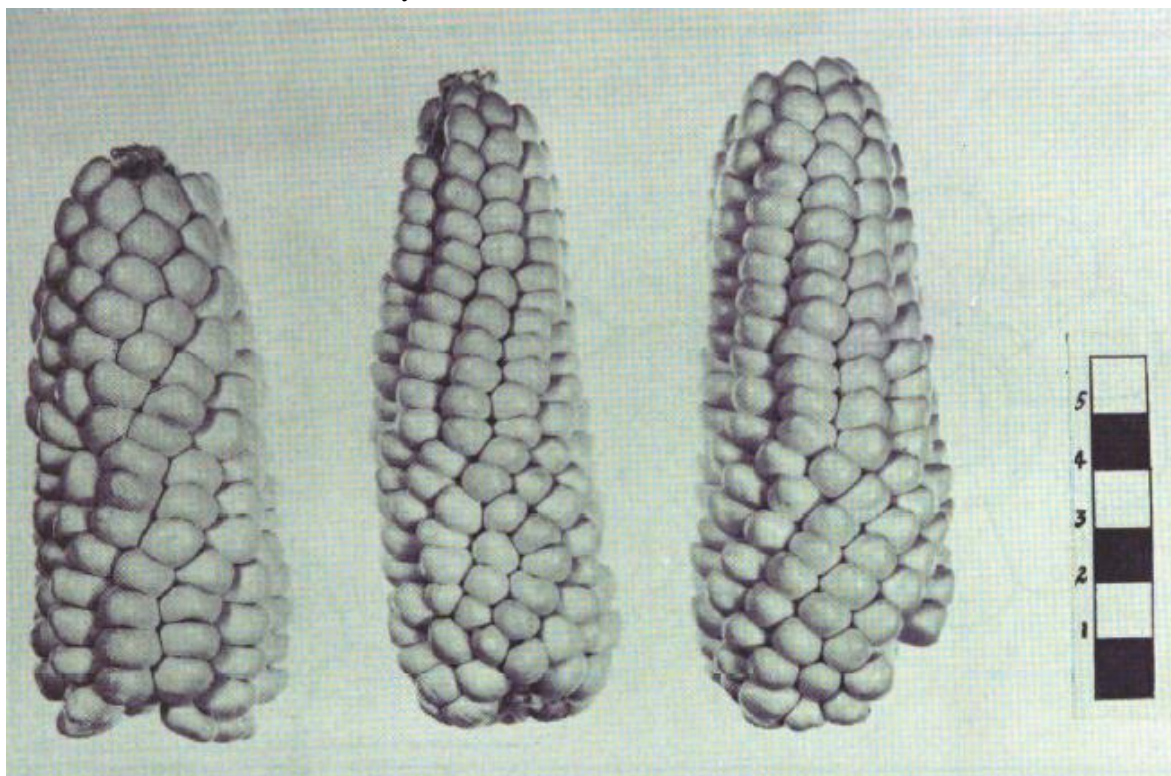
b. Escala de calificación de las pudriciones de mazorca (como las causadas por *Fusarium moniliforme*) que dañan la cobertura y afectan granos muy dispersos.

Anexo 5. Correlación para diez variables cuantitativas de maíz para la formación de dos poblaciones de Medios Hermanos y Hermanos Completos. Tumbaco, Pichincha. 2013.

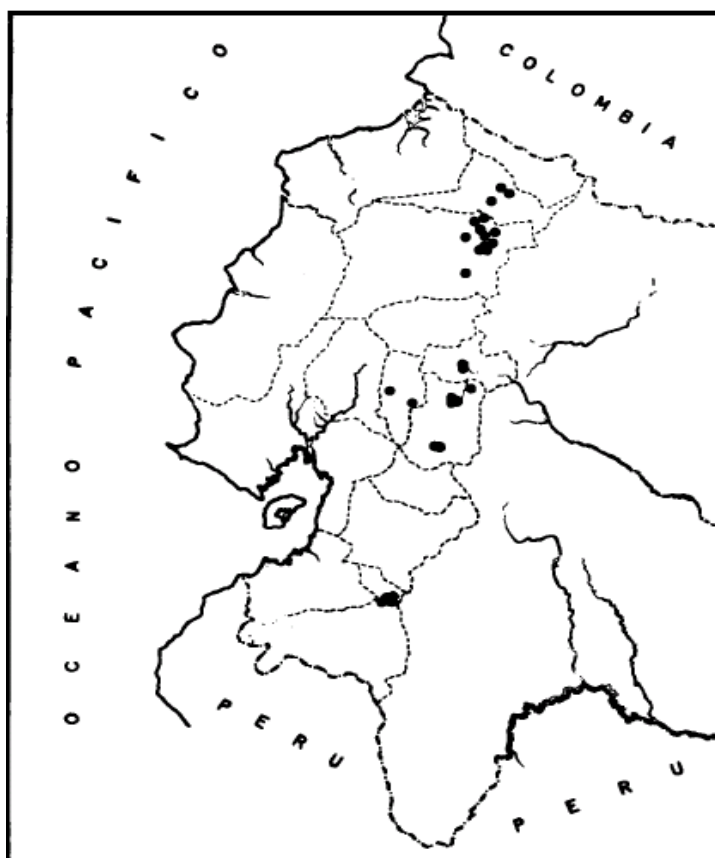
Variables cuantitativas											
	DFM	DFF	AP	AIMZ	LH	AH	AF	IP	LMZ	NH/MZ	PDD
DFM	1										
DFF	0.98 **	1									
AP	-0.27 ^{ns}	-0.38 ^{ns}	1								
AIMZ	-0.24 ^{ns}	-0.31 ^{ns}	0.89 **	1							
LH	-0.60 ^{ns}	-0.59 ^{ns}	0.69 *	0.81 **	1						
AH	-0.16 ^{ns}	-0.18 ^{ns}	0.59 ^{ns}	0.78 *	0.69 *	1					
AF	-0.44 ^{ns}	-0.45 ^{ns}	0.70 *	0.85 **	0.93 **	0.91 **	1				
IP	-0.35 ^{ns}	-0.32 ^{ns}	0.49 ^{ns}	0.26 ^{ns}	0.45 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	0.25 ^{ns}	1			
LMZ	-0.30 ^{ns}	-0.32 ^{ns}	0.39 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.09 ^{ns}	-0.26 ^{ns}	-0.11 ^{ns}	0.52 ^{ns}	1		
NH/MZ	-0.12 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.23 ^{ns}	0.47 ^{ns}	0.70 *	0.54 ^{ns}	0.65 ^{ns}	0.36 ^{ns}	-0.08 ^{ns}	1	
PDD	-0.25 ^{ns}	-0.16 ^{ns}	0.10 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.29 ^{ns}	-0.34 ^{ns}	-0.04 ^{ns}	0.75 *	0.59 ^{ns}	0.47 ^{ns}	1

*= Diferencia significativa (0,05 %); **= Diferencia altamente significativa (0,01 %); ^{ns}= no significancia estadística; **DFM**= Días a la floración masculina; **DFF**= Días a la floración femenina; **AP**= Altura de planta; **AIMZ**= Altura de inserción de la mazorca; **LH**= Longitud de hoja; **AH**= Ancho de hoja; **AF**= Área foliar; **IP**= Índice de prolificidad; **LMZ**= Longitud de la mazorca; **NH/MZ**= Número de hileras por mazorca; **PDD**= Porcentaje de desgrane.

Anexo 6. Raza “Mishca” (Timothy *et al.*, 1963)



Mazorcas representativas del mishca.



Distribución geográfica del mishca

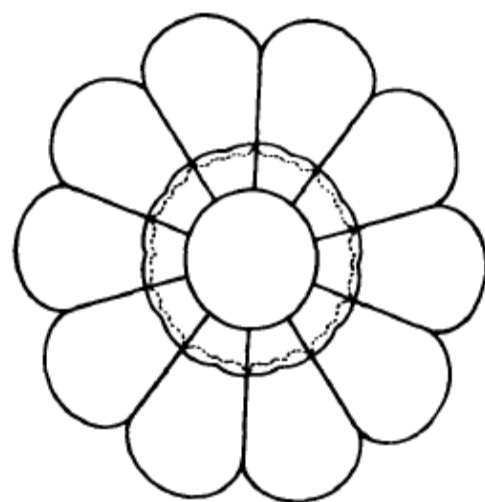


Diagrama de inserción del grano al raquis

Anexo 7. Fotografías de las accesiones en estudio



ACCESIÓN 1



ACCESIÓN 2



ACCESIÓN 3



ACCESIÓN 4



ACCESIÓN 5



ACCESIÓN 6

Anexo 7. (...cont.)



ACCESIÓN 7



ACCESIÓN 8



ACCESIÓN 9